



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA INFRASTRUKTURO

TEHNIČNA SPECIFIKACIJA TSG-211-020: 2026
TSG-212-020: 2026

Ministrica za infrastrukturo na podlagi 13. člena Zakona o cestah (Uradni list RS, št. 132/2022 in 140/22 – ZSDH-1A, 29/23 in 78/23 - ZUNPEOVE) in šestega odstavka 50. člena Zakona o varnosti v železniškem prometu (Uradni list RS, št. 30/18, 54/21 in 16/26) izdaja tehnično specifikacijo

PREMOSTITVENI OBJEKTI
DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

TSPI – PGV.07.421: 2026

Ministrica za infrastrukturo
mag. Alenka Bratušek

Številka: 007-137/2025-2430-17

Ljubljana, 31. 3. 2026

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**Vsebina**

1	Predmet tehnične specifikacije	4
2	Pomen izrazov.....	4
3	Osnove.....	7
3.1	Zasnova premostitvenih objektov	7
3.2	Zasnova dilatiranja	8
3.2.1	Cestne dilatacije	8
3.2.2	Železniške dilatacije.....	8
3.2.3	Dilatiranje premostitvenih objektov z mešanim prometom (cesta-železnica).....	9
3.3	Izbor dilatacij.....	9
3.3.1	Merila za izbor cestnih dilatacij	9
3.3.2	Merila za izbor železniških dilatacij	12
4	Projektiranje in dimenzioniranje dilatacij	13
4.1	Splošno.....	13
4.1.1	Dilatacije in pomiki	13
4.1.2	Cestne dilatacije in pomiki	14
4.1.3	Železniške dilatacije in pomiki.....	14
4.2	Določitev vplivov na dilatacije.....	15
4.2.1	Stalni vplivi	15
4.2.2	Spremenljivi vplivi	15
4.2.3	Potres	19
4.2.4	Izjemni vplivi	19
4.2.5	Faza pri obnovi objekta.....	20
4.2.6	Kombinacije obtežb	20
4.3	Vplivni dejavniki hrupa pri cestnih dilatacijah.....	21
4.3.1	Hitrost prehoda in masa vozil, vpliv vrste in načina vgradnje dilatacij.....	21
4.3.2	Vpliv konfiguracije terena, lege in vrste objekta ter razdalje do stanovanjskih objektov	21
4.3.3	Vrste hrupa pri prehodu vozil čez dilatacije.....	21
4.4	Vrste dilatacij.....	22
4.4.1	Splošno	22
4.4.2	Cestne in železniške dilatacije za majhne in srednje pomike	22
4.4.3	Cestne in železniške dilatacije za velike in zelo velike pomike	23
4.4.4	Pokrite cestne in železniške dilatacije	23
4.4.5	Odprte železniške dilatacije	24
4.4.6	Asfaltne cestne in izboljšane polimerne fleksibilne cestne ali železniške dilatacije	24
4.4.7	Cestne dilatacije z enim tesnilnim profilom	24
4.4.8	Cestne in železniške blazinaste elastomerne dilatacije.....	25
4.4.9	Cestne in železniške konzolne (glavnikaste) dilatacije	25
4.4.10	Cestne in železniške lamelne oz. gredne dilatacije	25
4.4.11	Cestne in železniške podprte dilatacije ali kot kompenzacijske plošče.....	26
4.4.12	Optimalni izbor cestnih dilatacij za premostitvene objekte	26
5	Sestavni deli dilatacij	27

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

5.1	Dilatacije z eno tesnilno rego in robnima jeklenima profiloma, lamelne dilatacije, konzolne dilatacije.....	27
5.1.1	Splošne zahteve	27
5.1.2	Protikorozijska zaščita	28
5.1.3	Obrabni, zamenljivi deli kot ležišča, tlačne vzmeti in krmilne vzmeti	29
5.1.4	Protihrupne ploščice in zavese v gradbeni odprtini	29
5.1.5	Tolerance	29
5.1.6	Seznam sestavnih delov	30
5.1.7	Oznake na dilatacijah	30
6	Vgradnja dilatacij	30
6.1	Sistem kontrole kakovosti.....	30
6.1.1	Dokazovanje kakovosti proizvodnje s CE oznako za cestne dilatacije (EAD, ETA)	30
6.1.2	Spremljanje in dokazovanje kakovosti vgradnje.....	32
6.1.3	Dokumentacija.....	32
6.1.4	Zunanja kontrola kakovosti pri proizvodnji in vgradnji	33
6.1.5	Dokazovanje kakovosti proizvodnje in vgradnje za železniške dilatacije brez CE oznake.....	34
6.2	Meritve za cestne dilatacije	34
6.2.1	Meritve pri začetnih preskusih	35
6.2.2	Meritve na terenu pred in po vgradnji dilatacije	35
6.2.3	Meritve in računalniške simulacije na cestnih dilatacijah.....	38
6.3	Meritve za železniške dilatacije	39
6.3.1	Meritve za železniške dilatacije za tir na togi podlagi (kompenzacijske plošče, drsne pragovne dilatacije).....	39
6.3.2	Meritve vodotesnosti za pokrite in zaprte železniške dilatacije	39
6.3.3	Meritve elektroupornosti za železniške dilatacije.....	39
6.4	Dostava in vgradnja	40
6.4.1	Dostava cestnih dilatacij	40
6.4.2	Dostava železniških dilatacij	40
6.4.3	Vgradnja cestnih dilatacij	41
6.4.4	Vgradnja železniških dilatacij	43
6.5	Ničelni pregled	44
6.6	Poškodbe dilatacij zaradi napačne vgradnje in zasnove.....	44
7	Vzdrževanje dilatacij.....	50
7.1	Cestne dilatacije.....	50
7.1.1	Dilatacije za majhne pomike	50
7.1.2	Dilatacije za srednje in velike pomike	50
7.2	Železniške dilatacije	51
7.2.1	Dilatacije za srednje in velike pomike (kompenzacijske plošče in drsna pragovna dilatacija)	52
8	Zamenjava ali celovita obnova dilatacij.....	52
8.1	Cestne dilatacije.....	52
8.1.1	Dilatacije za majhne pomike – primer odstranitve z zamenjavo z novo dilatacijo.....	52

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

8.1.2	Dilatacije za srednje in velike pomike – primer celovite obnove lamelne dilatacije	52
8.1.3	Zamenjava cestne dilatacije – primer pod delno prometno zaporo na objektu ...	54
8.1.4	Zamenjava cestne dilatacije – primer lamelne dilatacije -sistem »novi zabojniki v obstoječe zabojnike«	55
8.2	Železniške dilatacije	55
8.2.1	Dilatacije za srednje in velike pomike (pokrivne drsne plošče)	56
9	Pregledovanje in ocenjevanje stanja dilatacij	56
9.1	Splošno	56
9.2	Meritve širine vmesne rege ali širine celotne dilatacije	58
9.3	Meritve debeline in oprijema protikorozijske zaščite jekla	58
9.4	Ocenjevanje stanja cestnih dilatacij	58
10	Popis del	59
11	Referenčna dokumentacija	60
12	Literatura	61
13	PRILOGA 1: Fotodokumentacija poškodb	63
14	PRILOGA 2: Tehnične zahteve nemških železnic (DB) za dilatacije premostitvenih objektov (npr. za pomike v smeri »x« do +- 65 mm)-modul Ril 804.5201 (določeni izvlečki verzije Ril 804 iz 2020)	81
	Konstruktivske zahteve	81
	Zahteve pri načrtovanju dilatacij za tir na togi podlagi	81
	Zahteve za osnovne materiale dilatacij	81
	Dokazilo o skladnosti in potrdila o skladnosti	82

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**1 Predmet tehnične specifikacije**

V tehnični specifikaciji so podane smernice za projektiranje, vgradnjo in vzdrževanje dilatacij na premostitvenih objektih cestne in železniške infrastrukture. Smernice se uporabljajo tudi za objekte, namenjene pešcem in kolesarjem.

Specifikacija obravnava celotno življenjsko dobo dilatacij: fazo projektiranja in dimenzioniranja, vgradnje, spremljanja in ocenjevanja stanja, njihovega vzdrževanja, celovite obnove in končne zamenjave. V dokumentu so opisane pogostejše vrste cestnih in železniških dilatacij, podan je tudi opis njihovih sestavnih delov.

Vsebine tehnične specifikacije ni mogoče tolmačiti na način, ki bi preprečeval ali pogojeval ustrezno uporabo gradbenih proizvodov, danih v promet v skladu z zahtevami Zakona o gradbenih proizvodih.

2 Pomen izrazov

Asfaltna dilatacija (asphalt expansion joint, Fahrbahnübergänge aus Asphalt) je pojem za širok izbor dilatacij, kjer je raztezni del dilatacije izdelan iz zmesi, za katere je udomačen širši izraz »asfalt«.

Armatura ob dilataciji (reinforcement; Bewehrung) je element, ki ga je treba vključiti v beton z namenom prevzema nateznih napetosti.

Bitumenska dilatacija (bitumen joint, Fahrbahnübergänge aus Bitumen) je ožji pojem za asfaltno dilatacijo, kjer raztezni del dilatacije izdelamo iz zmesi polimeriziranega in/ali z elastomeri obogatene bitumna in kamnitega polnila.

Bitumenska zalivna zmes (bituminous joint sealant, bituminöser Fugendichtstoff) je zmes iz polimeriziranega bitumna, s katero tesnimo priključke asfaltnih plasti na elemente dilatacije.

Blazinasta dilatacija (mat expansion joint, Mattenübergänge) je dilatacija, ki se prilagaja pomikom objekta z raztezanjem in krčenjem običajno gumijastih (vulkaniziranih) elementov. Gumijasta podloga je povezana z glavno nosilno konstrukcijo s sidri. Blazine so poravnane v ravnini vozišča.

Cevka za pronicajočo vodo (downpipe drainage, Stahlrohre mit Flansch für Entwässerung) je po posebnem detajlu oblikovana cevka, ki služi za odvajanje vode, ki pronica skozi asfaltno sloje, v danem primeru, iz vseh globeli ob dilataciji.

Dilatacija z eno rego ali tesnilnim trakom (nosing expansion joint, single seal joint, Einprofilige Dehnfuge oder Profilkonstruktion mit einem Dichelement) je dilatacija, sestavljena iz jeklenih robnih profilov z vpetim nenosilnim elastomernim tesnilom.

Dilatacijska dolžina objekta (dilating length, Ausgleichslänge) je dolžina odseka zgornje konstrukcije premostitvenega objekta, merjena od fiksne točke (podpore, ležišča) do konca pomične nadgradnje.

Dilatacijska ali gradbena odprtina (recess, Aussparung) je širina razmika med elementi gradbene konstrukcije, ki jo premošča dilatacija.

Dilatiranje konstrukcije ali zmožnost pomikov (dilating and movement capacity, Bewegungen) je širši pojem za prekinitev v konstrukciji, s katerimi omogočimo medsebojne neodvisne pomike ločenih delov konstrukcije. Velikost relativnega pomika med skrajnima položajema (največje odpiranje in zapiranje) dilatacije, brez poškodb.

Drenaža dilatacije (drainage, Dränanlage) je sistem žlebov, cevk in drugih sredstev, ki odvajajo vodo ob dilataciji s krova premostitvenega objekta.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Dušenje vibracij (damping, Dämpfung) je omejevanje nihanja ali vibracij.

Dvig dilatacije (upswing, Aufschwung) je posledica dinamičnega vpliva, pri katerem po prehodu osne obremenitve konstrukcija odskoči nazaj, pri čemer se želi premakniti v nasprotno smer in preko položaja v neobremenjenem stanju.

Elastomer (elastomer-EPDM, Elastomer) je širše ime za sintetični kavčuk, z zahtevanimi fizikalnimi in kemičnimi lastnostmi, v mostogradnji je to običajno kloroprenski kavčuk.

Dinamični faktor povečanja (dynamic amplification factor (daf), dynamischer Verstärkungsfaktor) je dodatni dinamični faktor povečanja obtežbe pri prehodu prometa čez dilatacijo ($\Delta\phi_{fat}$).

Fleksibilna ali polimerna dilatacija (flexible plug expansion joint, Elastische Belagsdehnfuge aus Kunststoff) je dilatacija iz posebej razvitega sintetičnega polimernega fleksibilnega materiala (veziva in agregatov), izdelana na licu mesta, ki tvori tudi vozišče. Površina dilatacije je poravnana s površino cestišča ali voziščne plošče objekta.

Glavnik (comb, Finger) je konstrukcijski element dilatacije, oblikovan v obliki glavnika ali žage, kjer dva elementa, ki segata drug v drugega, zagotavljata zveznost površine dilatacije.

Gumeni profil ali tesnilni trak (seal, elastische Dichtprofil) je fleksibilen element, ki zagotavlja vodotesnost.

Kompenzacijska plošča (compensation plate, Ausgleichsplatte) je dilatacijska tirna naprava zgornjega ustroja na zelo dolgih železniških premostitvenih objektih. Nadomešča veliko rego z dvema manjšima, večji zasuk nadomesti z dvema manjšima, vertikalni pomik kompenzira z blažjim naklonom, podobno kompenzira tudi prečne pomike nad podporo.

Konzolna (glavnikasta) dilatacija (cantilever-comb expansion joint, Auskragende Fingerübergänge) je montažno izdelana dilatacija, ki je pretežno sestavljena iz jeklenega glavnika ali plošč z zobmi žage, ki premostijo gradbeno odprtino.

Krmilni element oz. krmilni sistem (steering spring or control element, Steuerfeder-Steuerung) zagotavlja, da so lamele približno enako oddaljene pri različnih položajih odpiranja dilatacije.

Krovna plošča ali pločevina (cover plate over the recess or sheat in the cap area, Fugenabdeckblech oder Blechabdeckungen) v vozni površini kolesarskih/peš hodnikov ali drsnih robov npr. betonske varnostne ograje omogoča premostitev morebitnih nesprejemljivo velikih dilatacijskih odprtin.

Lamela (centre beam or lamellabeam, Lamelle) je vodeni vmesni linijski nosilec (med robnima profiloma) lamelnih modularnih dilatacij.

Lamelna modularna dilatacija (modular joint, Fahrbahnübergänge in Lamellenbauweise oder Profilkonstruktionen mit mehreren Dichtelementen) je dilatacija, pri kateri je celovitost površine vozišča zagotovljena z zaporedno nameščenimi jeklenimi nosilci, podprtimi s prečnimi nosilci.

Ležišče dilatacije (bearing, Lager) je obrabni element lamelne modularne dilatacije, ki prenaša obtežbo z zgornje nosilne konstrukcije na spodnjo konstrukcijo in omogoča zasuke in/ali pomike.

Lovilni žleb (bellow / gutter, Rinne) je deformabilen element, ki zapira dilatacijsko odprtino in zagotavlja vodotesnost.

Moznik (dowel, Dübel) je ožji pojem za jekleno sidro, ki ga vbetoniramo ali vlepimo v predhodno izvrtano luknjo. Jekleni element, ki prenaša silo med betonsko in jekleno konstrukcijo.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Nezamenljivi deli dilatacije (non replaceable parts, nicht austauschbare Teile) so relativno težko zamenljivi deli, večinoma zamenljivi le z rušenjem.

Obraba (wear, Verschleiß) je izguba materiala zaradi trenja med dvema deloma.

Odpornost na zdrs (skid resistance, Griffigkeit) je sila, ki jo lahko absorbira trenje med avtomobilsko pnevmatiko in cestiščem.

Odprtina dilatacije (Expansion joint gap (Surface gap), Spalt) je rega med togimi deli dilatacije in je odvisna od nastavitve in delovanja konstrukcije – določa pomično zmogljivost dilatacije.

Opazna pločevina (Sheet metal formwork, Schalung Blech) je pomožna zapora čelne strani gradbene odprtine pri betoniranju jeklene dilatacije.

Oсна obtežba (axle load, Achslast) je obtežba osi prevoznega sredstva.

Pokrita dilatacija (buried joint, Unterflurkonstruktion) je element, ki se vgradi v stik med zgornjim ustrojem (ceste ali tirne grede) in nosilnim elementom (običajno manjšega) objekta. Dilatacija absorbira le manjše pomike zgornje konstrukcije objekta.

Pomik dilatacije (movement, Bewegung) je skupen pojem za vse možne vektorje pomikov v osi dilatacije, vključno z zasuki.

Prednapeti element dilatacije (prestress element of expansion joint, Vorspannelement vorgespantes Element aus Dehnung) je prednapeto ležišče dilatacije, ki zagotavlja prenos sile med lamelo in prečno gredo.

Prednapeto sidranje (prestress anchorage, Vorspannungsverankerung) je način sidranja, s katerim se v sidrih ustvari natezna napetost, kar povzroča tlake v elementih, v katere se prednapeto sidro vgradi.

Prečni nosilec ali prečna greda (crossbeam, Traverse) je jeklen spodnji prečni nosilec lamelne dilatacije, ki nosi zgornje vmesne lamele in prenaša prometno obtežbo na spodnjo prekladno konstrukcijo/opornik.

Prečni kot dilatacije (crossing angle, Winkel zwischen Fugenachse und Fahrbahnachse) je kot med vzdolžno osjo glavne nosilne konstrukcije in osjo dilatacije.

Prehodni element (transition strip, Übergangstreifen) je ozek pasovni element (pogosto tudi v obliki širše poševne »ribje kosti«) ob dilataciji, v vozni površini med cestiščem in robnim profilom oziroma tesnilnim profilom.

Projektna doba dilatacije (design life, Design Leben) je obdobje, v katerem se pričakuje, da bodo dilatacija ali njeni sestavni deli nemoteno delovali pod nazivno prometno in ostalo obtežbo in na podlagi meril, ki vplivajo na izbiro dilatacije.

Robni jekleni profil s čeljustjo (edge profil with seal clamping device, Randprofil mit Klaue) je nosilni (robni) profil, ki drži tesnilni trak in zagotavlja vodotesnost. Je mehanski element, ki zagotavlja varen prehod med rego in vozno površino.

Sidrni sistem (anchoring, Verankerung) povezuje dilatacijo s prekladno konstrukcijo ali opornikom.

Sila vleka (suction, Saugen) je sila upora, ki nastane za pnevmatiko premikajočega se vozila kot posledica vakuuma med pnevmatiko in voziščem.

Sinusna ploščica (diamond element, Rautenelemente) je namenjena preprečitvi naleta pnevmatike vozila v neprekinjene jeklene robove pod pravim kotom. Nalet pod kotom (ob zaobljene konice) bistveno zmanjša udarce in s tem hrupnost.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Streme dilatacije (stirrup, Traverserahmen) je jeklena vpenjalna konstrukcija pri lamelni dilataciji kot del pritrditve lamel na prečni nosilec.

Šablona (template, Vorlage) je pomožna konstrukcija za nastavitev dilatacije pred betoniranjem ali za vrtnanje lukenj sider.

Temperatura dilatiranja (Expansion temperature, Temperaturbewegungen) je skrajšan izraz za krajšanje ali daljšanje elementov dilatacije zaradi vpliva spremembe temperature gradbene konstrukcije.

Temperatura voziščne konstrukcije (bridge deck temperature, Temperatur des Brückendecks) je enakomerna temperaturna komponenta zgornje konstrukcije objekta, ki narekuje vzdolžne temperaturne pomike v skladu s 6. poglavjem standarda SIST EN 1991-1-5.

Utrujanje (fatigue, Ermüdung) je pojav, pri katerem se material poruši pod različnimi cikličnimi dolgotrajnimi obremenitvami.

Udobje vožnje (ride quality, Fahrqualität) je izkušnja potnikov pri vožnji vozila preko dilatacije, na katero vplivajo različni dejavniki; neravnine, stopničast prehod, druge spremembe v navpični poravnavi, čezmerna prožnost prekrivnih plošč in podobno.

Uporabna doba dilatacije (service life, Nutzungsdauer) je obdobje, v katerem dilatacija izpolnjuje predvideno funkcijo in zahteve glede varnosti, obstojnosti ter uporabnosti, ob normalnih pogojih uporabe in rednega vzdrževanja.

Visokotrdni torni vijaki (high strength friction grip bolts, hochfeste Reibungsgriffschrauben) so prednapeti vijaki iz jekel visoke trdnosti, ki omogočajo prenos torne sile med sosednjimi deli.

Vzdolžna smer (longitudinal direction, Längsrichtung) je vzporedna z vzdolžno osjo objekta, v smeri prometa.

Zabojnik prečnega nosilca ali grede (joist box - crossbeam box, Traversenkasten) je jeklena škatla in del dilatacije, ki je vgrajen v gradbeno konstrukcijo ter podpira in stabilizira prečne nosilce lamelne dilatacije.

Začasna pokrivna plošča (temporary cover plate-mikro flyover, Standard-Stahlplatte wie bei provisorischer Überbrückung) je plošča, nameščena nad dilatacijo na vozišču ali hodniku, bodisi za zaščito dilatacije med montažo ali vzdrževanjem ali za prenašanje obremenitev na dilatacijo v primeru, da se poškoduje.

Zamenljivi deli (replaceable parts, austauschbare Teile) so nadomestni deli, ki ne poškodujejo drugih delov dilatacije ali sosednje konstrukcije; na primer tesnila, vijaki, gumijaste blazine, ležišča, drsni in krmilni elementi itd.

Življenjska doba dilatacije (working life, Lebensdauer) je s projektom predvideno obdobje, v katerem bo dilatacija delovala zadovoljivo, brez potrebe po menjavi pomembnejših elementov.

3 Osnove

3.1 Zasnova premostitvenih objektov

Pri projektiranju premostitvenega objekta je projektant konstrukcije dolžan težiti k zasnovi, ki ne zahteva vgradnje dilatacij (razlogi so visoka cena dilatacij, stroški kontrole in vzdrževanja, relativno kratka življenjska doba dilatacije (glej preglednico 3.2) v primerjavi z življenjsko dobo konstrukcije objekta.). Kadar so potrebne, se vgrajujejo le nad krajnimi oporniki, nad vmesnimi podporami pa samo izjemoma. Dilatacije večjih vzdolžnih in prečnih sklonov ali drugih

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

neregularnih oblik se projektirajo le v primeru, če drugačna rešitev ni mogoča, vendar je pri izboru dilatacij paziti na primernost posameznih tipov dilatacij. Odstopanje od navedenega je dopustna tudi pri obnovah ali rekonstrukcijah starih premostitvenih objektov, kjer je treba slediti obstoječim zavornim enotam ali statičnemu sistemu. Taki primeri so branaste prekladne konstrukcije (montažni prednapeti nosilci), prosto ležeči nosilci z zasuki na vmesnih podporah in Gerberjevi nosilci s členki. V teh primerih so primerne tudi dilatacije posebnih tipov, npr. pokrite dilatacije (glej podpoglavje 4.4.4).

V primeru projektiranja in gradnje večjega števila objektov na prometnem odseku je treba dilatacije poenotiti, kar poenostavi njihovo kasnejšo kontrolo in vzdrževanje. Pred zasnovo dilatiranja premostitvenega objekta in izborom dilatacij mora projektant konstrukcije v okviru idejnega projekta predstaviti naročniku dilatacije in pridobiti soglasje (preglednica 3.1).

3.2 Zasnova dilatiranja

3.2.1 Cestne dilatacije

Dilatacije so potrebne na srednjih in večjih cestnih premostitvenih objektih (primeri dilatiranja so na slikah 3.1 do 3.3), kadar obstaja možnost relativnih pomikov med dvema konstrukcijskima elementoma in kadar ti pomiki vplivajo na vozišče, po katerem poteka promet.

Določeni objekti, kot so betonske ločne konstrukcije (obokani podvozi), zidane konstrukcije, okvirne konstrukcije, portali, plošče, vgrajene med piloti in prepusti, nimajo dilatacij, ker so bodisi kratki bodisi togo vpeti v krajne podpore (slika 3.4).

Druge konstrukcije, kot so integralni in semi-integralni premostitveni objekti, prav tako nimajo dilatacij. Potrebni so posebni konstrukcijski ukrepi na področju krajnih opornikov. Primer takšne zasnove je podan na sliki 3.5.

3.2.1.1 Primeri vzdolžnega dilatiranja pri cestnih objektih

V okviru obnovitvenih del premostitvenih objektov se pogosto zgodi, da je treba cestišče ali vozišče avtoceste razširiti. Širitev v večini primerov vključuje priključitev novega dela na obstoječo konstrukcijo. Dva sosednja dela sta lahko konstrukcijsko povezana, vendar sta na splošno neodvisna iz naslednjih razlogov:

- imata različno konstrukcijsko zasnovo, na primer armiranobetonski nosilci, pritrjeni na zidani objekt, jekleni nosilci, pritrjeni na nosilni del obstoječe konstrukcije,
- tudi če je tip konstrukcije enak, npr. armirano betonska ali prednapeta konstrukcija, se bo obnašanje mlajše konstrukcije razlikovalo od obnašanja starejše konstrukcije zaradi zapoznelih učinkov, na primer krčenja in lezenja betona;
- zaradi izbora različnih vrst krova je lahko obnašanje pod obtežbo različno: bodisi zaradi različnih konstrukcij (material, vztrajnost itd.) bodisi zaradi različne obtežbe obeh krovov (na primer razširitev podpiranja počasnega pasu za tovornjake, slika 3.6).

3.2.2 Železniške dilatacije

Dilatacije so potrebne za srednje in daljše železniške premostitvene objekte (slike 3.7 do 3.10), pri čemer je treba upoštevati medsebojni vpliv prekladne konstrukcije objekta in tira oz. zgornjega ustroja (SIST EN 1991-2, poglavje 6.5.4 ter UIC 774-3 – Medsebojno delovanje tirnice). Medsebojni vpliv dolgega (zavarjenega) tirnega pasu in objekta zaradi temperaturnih sprememb in zavornih sil povzroči relativne pomike tirnic oziroma tirne brane glede na prekladno konstrukcijo. Pri obstoječih objektih je pri dolžinah nad 60 m potrebna še vgradnja tirne dilatacije. Pri konstrukcijah s tirno gredo – tolčencem, je treba pri dolžini objekta večji od

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

90 m po Pravilniku o zgornjem ustroju železniških prog (50. člen) pripraviti projektno dokumentacijo ureditve tira na mostu. Če je mogoče, je treba dati prednost statičnim sistemom (ustrezna izbira sistema z lokacijo fiksne točke), pri katerih niso potrebne naprave za tirne dilatacije, da bi se izognili posledično povečanim investicijskim in vzdrževalnim stroškom.

3.2.2.1 Železniški objekti s tirom na togi podlagi

Pri večjih železniških premostitvenih objektih s tirom na togi podlagi je predvideno dilatiranje v povezavi z zgornjim ustrojem, npr. s kompenzacijskimi ploščami. Kompenzacijske plošče ne smejo ovirati vertikalnih pomikov zgornjega ustroja. Za ležišča pod kompenzacijskimi ploščami je treba zagotoviti dokaz varnosti pred dvigom. Posamezna kompenzacijska plošča mora biti dovolj velika, da so na njenih ležiščih (v smeri »z«) vedno prisotne tlačne sile, tudi pod vplivom nateznih sil na nosilnih točkah tirnice zaradi končnega tangentnega kota, navpičnega odmika (glej sliko 3.11) in dvižne gredi (medkolesni sestavi). Pokrivanje dilatacij na mestu zgornjega ustroja ali krajnega opornika ni dovoljeno.

3.2.3 Dilatiranje premostitvenih objektov z mešanim prometom (cesta-železnica)

Običajno velja načelo ločenega dilatiranja za vozišči npr. med železniškim voziščem in cestiščem, geometrija dilatacij pa je odvisna od ravnine voziščnih plošč oz. različne višine, ravnine hodnikov in vozišč. Glej primer na sliki 3.12.

Načelo dilatiranja za skupno voziščno ploščo in hodnike je odvisno od več meril:

- ali gre za obstoječi ali nov objekt;
- če je treba sanirati obstoječo dilatacijo (kar je pogosto);
- vrsto dilatacije (zlasti obseg dilatiranja);
- višinska razlika med vozišči ter hodniki.

3.3 Izbor dilatacij**3.3.1 Merila za izbor cestnih dilatacij**

Izbor cestne dilatacije, prilagojene dani konstrukciji objekta in njenemu okolju, je odvisna od številnih parametrov za zagotovitev ustreznega delovanja, optimalne trajnosti in primernosti za specifične potrebe. Najpomembnejši parameter so pomiki prekladne konstrukcije: dilatacija mora imeti možnost vzdolžnih kot prečnih ter navpičnih pomikov. Izbor sledi različnim družinam dilatacij, odvisno od velikosti pomikov in predvidene življenjske dobe. Glej še preglednico 3.2. Na izbor dilatacije vplivajo drugi parametri, kot so varnost uporabnika, geometrija ceste, robustnost, prometna odpornost (vrsta in gostota prometa), pogoji gradnje in vzdrževanja (ki lahko vplivajo na delovanje), možnost povišanja v primeru preplastitve cest, stroški ipd.

3.3.1.1 Varnost uporabnika pri prevozu čez dilatacijo

Zasnova dilatacije mora uporabnikom omogočati varen prevoz čez dilatacijo ne glede na njeno gradbeno odprtino. Varnost pri uporabi je odvisna predvsem od sposobnosti dilatacije, da premosti vrzel med roboma voziščne konstrukcije in krajnim opornikom. Pri tem ne sme priti do blokiranja koles. Poleg tega vozilo ne sme zdrseti, zato je trenje na voznih površinah dilatacije pomembno, ravno tako odvodnjavanje meteorne vode ali talečega snega. Glej primer mešanega prometa preko dilatacij na sliki 3.13.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**3.3.1.2 Vpliv vrste prometa**

Dilatacija mora biti po zasnovi prilagojena pogostosti pomikov in silam, ki jim je izpostavljena. Za cestne dilatacije je prometni razred (glej preglednico 3.3) opredeljen s povprečnim dnevnim prometom težkih tovornih vozil (z nosilnostjo, večjo od 50 kN). Na podlagi teh prometnih razredov se pripravi mnenje primernosti (poglavje v tehnični oceni za dilatacijo). Razredi (Po100, Po20 in Po6) se nanašajo predvsem na avtoceste, njihove vpadnice, hitre ceste in nekatere pomembne regionalne ceste. Promet mora biti predvidljiv v prvih 5 do 10 letih obratovanja: dilatacije morajo biti trajne na srednji in dolgi rok, ne pa nujno na zelo dolgi rok. Pri zamenjavi dilatacije je treba zagotoviti, da je nova dilatacija združljiva z morebitnimi prometnimi spremembami. Težava je lahko tudi promet na gradbiščih, najbolj ekonomična in najvarnejša rešitev pa je, da se vgradnja dilatacije odloži na čas, ko se gradbiščni promet umakne in je objekt zaključen. S tem se izognemo popravilom poškodb zaradi gosonic gradbenih strojev ali rezil strojev.

3.3.1.3 Potek prometnice na premostitvenem objektu

Vzdolžni in prečni sklon, ukrivljenost in poševnost prometnice na objektu vplivajo na relativne pomike delov dilatacij (prečne ali celo navpične pomike). Zato se mora zasnova dilatacij prilagoditi tem pomikom. Na primer, glavnikasta dilatacija se bo prilagodila le majhnim prečnim pomikom (stiki glavnikov eden ob drugega). Tudi bližina križišča bistveno poveča pogostost zaviranja vozila. Prav tako lahko vozila, ki zavijajo v krožišče, povzročijo prečne sile v dilataciji. Za slednje vplive so še posebej dovzetne fleksibilne polimerne dilatacije.

3.3.1.4 Robustnost

Izkušnje kažejo, da je predvsem za dilatacije v težkem in zelo težkem prometu ključnega pomena robustnost sidrnega dela konstrukcije, . Kakovostni protikorozijsko zaščiteni vijaki omogočajo hitro demontažo poškodovanega elementa in njegovo zamenjavo. Drugi pogoj za robustnost je enostavnost sklopov dilatacij. Na primer, lamelne dilatacije vključujejo sklope, ki ob obrabi postanejo hrupni in zahtevajo popravila, ta pa so v prometu vedno težavna. Poleg tega je običajno, da ti sklopi ne morejo slediti relativnim pomikom med obema vpetima robovoma dilatacije. Tretji pogoj je kakovost uporabljenih sestavnih delov. Ti morajo biti izdelani iz materialov, ki se lahko prenašajo nastale obremenitve. V normalnih pogojih se sestavni deli ne smejo poškodovati zaradi korozije ali staranja ali drugih vplivov. Odpornost na UV, ozon, soli za odtaljevanje in naftne derivate mora biti dobra.

3.3.1.5 Vodotesnost

Veliko pozornost je treba nameniti učinkoviti povezavi dilatacije s hidroizolacijo voziščne konstrukcije, ker je ravno na tem mestu velika nevarnost zamakanja spodnje konstrukcije. Sicer izbrati samo dokazano vodotesne dilatacije.

3.3.1.6 Vzdrževanje in zamenjava dilatacij

Vzdrževanje in zamenjava dilatacije morata biti preprosti, dilatacija mora biti zmožna popravit ter nadvišanja zaradi dodajanja obrabnih slojev (ne vsi tipi dilatacij). Zaželeno je tudi, da je dolžina elementov, ki sestavljajo dilatacijo, manjša od širine voznega pasu (npr. blazinaste dilatacije). V posebnih primerih so primerne tudi dilatacije, ki sicer za novogradnjo ne pridejo v poštev (npr. pokrite dilatacije, dilatacije z eno rego brez močnega sidrnega dela ipd., glej poglavje 4.4). O kakovosti ekip za montažo, garancijah in rezervnih delih se s tehnično oceno opredeli zahteve proizvajalcu ter specializiranim in usposobljenim ekipam za izvedbo. Podjetja se s tem zavezujejo, da bodo zagotavljala servisne storitve med garancijskim obdobjem in

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

izven njega. Pogostost vzdrževalnih posegov mora biti že z zasnovo minimalna. Več o tem v poglavju 7.

3.3.1.7 Stroški

Ne glede na to, ali gre za dela na novogradnjah ali za obnovo-zamenjavo obstoječih dilatacij, mora biti strošek pri izbiri vrste dilatacij le manjše merilo v primerjavi z merili kakovosti in funkcionalne življenjske dobe. Pomembno je pravilno vključiti merila optimalne analize ponudbe s finančnimi in drugimi izbornimi utežmi, ki jih določi naročnik (na primer trajnost, enostavnost vzdrževanja, čas izvedbe in podobno). Nabavni stroški dilatacij postanejo sorazmerno majhni v primerjavi z obratovalnimi stroški (upravljavca in uporabnika - izgubljeni čas).

3.3.1.8 Življenjska doba

Življenjska doba cestne dilatacije je lahko zelo različna, od nekaj let do nekaj desetletij. Nanjo vplivajo:

- zunanji vplivi (delovanje zmrzali, soli, vozil in strojev za odstranjevanje snega itd.);
- zahteve (promet);
- zasnova in konstrukcija dilatacije (odpornost proti utrujanju, obrabi, enostavnost sklopov, enostavnost zamenjave itd.);
- kakovost izvedbe (upoštevanje časa strjevanja betona pri sidranju, prednastavitev pomikov, upoštevanje načina in velikosti zategovanja vijakov, stik s hidroizolacijo itd.);
- enostavnost in kakovost vzdrževanja.

3.3.1.9 Hrupnost

Nekateri tipi dilatacij lahko zaradi svoje zasnove ali napak med namestitvijo povzročajo udarni hrup, posebej zaradi vozečih težkih tovornih vozil. Hrup je še posebej problematičen v bližini naseljenih območij in zavarovanih naravnih območij, kar je treba upoštevati. Hrupu dilatacij je težko opredeliti vzrok in ga odpraviti. Najboljša rešitev je izogibanje napakam pri vgradnji dilatacij oz. namestitvev primarne zvočne izolacije na ravni elementov vira hrupa. Možni so tudi pasivni ukrepi na bližnjih stanovanjskih objektih.

3.3.1.10 Udobje vožnje

Udobje pri vožnji čez dilatacijo zagotavljajo nične višinske razlike in optimalna neprekinjenost vozne površine. Odsvetovane so rege, večje od 50 mm, za rege, večje od te vrednosti, pa so zelo zaželeno konzolne dilatacije. V primeru cestišča s fleksibilno dilatacijo je priporočljivo, da se vgradnja in prilagoditev dilatacije izvede po vgradnji voziščne obrabne plasti, kar omogoča natančno prilagajanje.

3.3.1.11 Obstojnost v zimskem času in pri pluženju snega

Jekleni deli nekaterih vrst dilatacij so izpostavljeni nevarnosti poškodb zaradi nožev snežnih plugov tekom zimske službe. Osebe, odgovorno za upravljanje teh strojev, je treba obvestiti, da morajo rezila plugov ob prehodu izpostavljenih dilatacij dvignjena. Na žalost je težko določiti točen položaj dilatacij, zlasti v slabih vremenskih razmerah. Nekateri ukrepi v prirobnicah dilatacij, kot poševne (epoksi) grbine v asfaltu t.i. »ribja kost«, zagotavljajo zmanjšanje tveganja poškodb pri prehodu rezil čez dilatacijo – glej sliko 3.14. Možno je tudi znižanje

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

dilatacije za nekaj milimetrov glede na niveleto cestišča, ki pa ne zagotavlja popolne zaščite in lahko poveča dinamično obtežbo dilatacije ali hrupnost.

3.3.2 Merila za izbor železniških dilatacij

Za srednje dolge premostitvene železniške objekte so dilatacije izvedene kot pokrite zaprte dilatacije (vulkanizirane jeklene blazinaste plošče) ali kot nearmirani debelejši elastomerni trakovi (satovje). Dodatne elastične podloge pod tirno gredo in kot zaščita konstrukcije pred vibracijami so predvidene še pri:

- odprtih dilatacijah in podkonstrukcijah iz jeklene pločevine za primer odvodnjavanja,
- pri blazinastih dilatacijah zaradi skokov v togosti.

Ukrepe za zaščito pred vibracijami, kot so debelina plasti tirne grede, ločilna podloga pod tolčencem ter podrobnosti povezave, je treba uskladiti z vzdrževalcem proge.

3.3.2.1 Zaprte dilatacije za srednje dolge železniške objekte

Zaprte dilatacije kot blazinaste plošče iz elastomera ali podobnega materiala (z ali brez jeklenih vložkov) premostijo dilatacijsko rego oz. gradbeno odprtino na zaključku objekta. Dilatacija prevzame tudi vso obtežbo. Ločiti je treba med običajnimi blazinastimi konstrukcijami in blazinami v zaporednem nizu, glej slike 3.15 in 3.16. Blazinaste zaprte dilatacije na srednje dolgih železniških objektih so običajno zasnovane kot pri cestnih premostitvenih objektih. Za dilatacije, kjer so jekleni deli na vrhu, so pri vgradnji predvidene podgredne elastomerne tanke blazine, da se prepreči stik s tolčencem tirne grede. Zaščitne podloge so sestavni deli blazinastih zaprtih dilatacij. Prednosti zaprtih dilatacij:

- preizkušen tip zasnove,
- vodotesna konstrukcija (ni potrebno odvajanje vode skozi konstrukcijo),
- stike je mogoče izvesti z vzdolžnimi dilatacijami.

Pogoj je, da vgradnjo izvede proizvajalec dilatacije ali njegov pooblaščenec.

3.3.2.2 Odprte dilatacije za daljše železniške objekte

Odprte dilatacije je treba uporabiti v skladu s tehničnimi risbami za gradnjo premostitvenih objektov za zgornji ustroj s tirno gredo – tolčencem, v skladu z Ril 804.9030 in za tir na togi podlagi v skladu z Ril 804.9020 (okvirno načrtovanje za viadukte). Glej še slike 3.17 in 3.18. Prednosti:

- preizkušen tip zasnove, možni redni pregledi stanja,
- dilatacije vidne s proge.

Pomanjkljivosti:

- skozi konstrukcijo prehaja voda, zaradi česar je vzdrževanje zahtevnejše,
- potrebno je tesno sodelovanje z načrtovalci zgornjega ustroja.

3.3.2.3 Vzdolžne železniške dilatacije

Primerne so za vertikalne pomike do največ 25 mm (slika 3.19). Za vzdolžne in prečne pomike ali za navpične pomike za več kot 25 mm je treba zagotoviti zaprte blazinaste dilatacije kot v poglavju 3.3.2.1. Razporeditev nepomičnih in prečno nepomičnih ležišč spodnje konstrukcije mora upoštevati omejene možnosti pomikov konstrukcije in s tem vzdolžne dilatacije. Zaključki

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

vzdolžnih dilatacij na krajnih podporah konstrukcije morajo biti izvedeni v skladu z Ril 804.9030 za masivne objekte in Ril 804.9010 za jeklene premostitvene objekte.

Prednosti:

- možni trajni stiki z blazinastimi zaprtimi dilatacijami (vulkanizirani),
- vodotesna konstrukcija (ni potrebno odvajanje vode skozi konstrukcijo).

Pomanjkljivosti:

- niso primerne za prometne obtežbe,
- niso dovoljene za nove (večje) prednapete betonske premostitvene objekte,
- ležišča so določena, ker različni vzdolžni in prečni pomiki konstrukcije niso dovoljeni,
- ležišča z vodili in omejitvami morajo biti nameščena blizu vzdolžnih dilatacij.

3.3.2.4 Kompenzacijske plošče kot dilatacije za tir na togi podlagi in tirni gredi

Kompenzacijske plošče so majhne premostitve iz betona, jekla ali sovprežne konstrukcije, ki nosijo tirni sistem preko objektov in trase oz. zgornjega ustroja in so podprti na konstrukcijske dele ob stiku zgornjega ustroja trase z objektom. Omogočajo proste vertikalne pomike konzolnih zaključkov zgornjega ustroja tako, da se prepreči dvig ali spuščanje tira zaradi deformacij zgornjega ustroja ali zasukov prekladne konstrukcije. Ohranjajo dvižne in potisne sile v podpornih točkah tirnic v dovoljenih mejah (npr. v primeru navpičnega odmika, glej sliko 3.20 za oba primera) in kompenzirajo relativne vzdolžne pomike na zaključkih zgornjega ustroja do te mere, da se ohranijo največje dovoljene vrednosti za podporne razdalje tirnic v območju dilatiranja (glej slike 3.21 in 3.22). Kompenzacijske plošče se vedno vgrajujejo nad pomične stike v povezavi s tirnimi dilatacijami. Za zgornji ustroj tira na togi podlagi (plošče) je treba uporabiti tirne dilatacije UIC 60 tipa BWG, za zgornji ustroj gramozne grede ob krajni podpori pa tirne dilatacije UIC 60 tipa DB (glej tipe v Ril 820.2230).

4 Projektiranje in dimenzioniranje dilatacij

4.1 Splošno

4.1.1 Dilatacije in pomiki

Dilatacije morajo biti sposobne slediti deformacijam in pomikom prekladne konstrukcije premostitvenega objekta ali drugih glavnih konstrukcijskih elementov med načrtovano življenjsko dobo brez poškodb dilatacij ali spodnje konstrukcije. Gradbena odprtina mora zadoščati za največje raztezke in skrčke prekladne konstrukcije – glej sliko 4.1.

Upoštevati je treba vpliv pomikov na dilatacije (vodoravno in navpično) kot rezultat kotnih zasukov in vzporednih pomikov glavne nosilne konstrukcije ter zlasti krajnih prečnih podpor oz. gred.

Za pomike pravokotno na smer vožnje v ravnini prekladne konstrukcije je treba upoštevati tudi razmike (vključno z obrabo) in prostostne stopnje v nosilnem sistemu.

Normativne pomike na dilataciji je treba določiti iz kombinacije značilnih vrednosti deformacij in pomikov prekladne konstrukcije kot rezultat (glej še sliko 4.2):

- temperaturne razlike,
- krčenja in lezenja betona,
- deformacije spodnje konstrukcije in temeljev,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- obtežbe prometa in
- obtežbe vetra.

4.1.2 Cestne dilatacije in pomiki

Cestne dilatacije morajo biti projektirane v skladu z:

- navodilom za obtežbe in računske osnove za cestne premostitvene objekte,
- SIST EN 1993-2 Jeklene konstrukcije – 2. del: Jekleni premostitveni objekti, vključno s slovenskim nacionalnim dodatkom (ND),
- SIST EN 1990/A1, Projektne osnove za nosilne konstrukcije, Priloga A2, Uporaba za premostitvene objekte, vključno z ND.

Pomiki dilatacij so določeni na podlagi dodatka B k SIST EN 1993-2 vključno z ND.

Poleg naštetega, se mora upoštevati katerikoli horizontalni pomik dilatacij zaradi vodoravnega pomika končnega nosilnega sloja ali fiksne podpore kot posledica podajnosti tal in elastičnega upogiba spodnje konstrukcije.

Pri določanju pomikov dilatacij je treba upoštevati dodatni horizontalni prispevek pomikov ležišč in kotnega zasuka prekladne konstrukcije. Poleg tega je treba pri poševnih objektih upoštevati zmožnost dilatacije, da absorbira pomike krova voziščne plošče. Treba je upoštevati tudi morebitne vertikalne pomike kot posledico konzolnih in nagnjenih ploskev v kombinaciji z vodoravnimi ležišči in v povezavi z dvigom zgornje konstrukcije pri menjavi ležišč.

Zaradi absorpcije prečnih pomikov v dilataciji bo morda treba namestiti stranska ležišča z vodili, da se pomike omeji.

Dilatiranje zaradi pomikov konstrukcije je opredeljeno kot največji predvidljiv relativni pomik obeh nasprotnih konstrukcijskih delov, izmerjen med njunima skrajnima položajema – gradbene odprtine (glej sliko 4.1):

Referenčna besedila za določanje pomikov dilatacije so standardi - evrokodi (in njihovi nacionalni dodatki) in drugi standardi, navedeni v preglednici 4.1.

Dodatne omejitve oz. določitev dolžine (lamelne) dilatacije v prečni smeri v primeru enega fiksnega ležišča spodaj (z zračnostjo do 1 mm) je poseben primer, kjer veljajo določila iz ETA za posamezen tip in vrsto premostitvene, prekladne konstrukcije (betonska, jeklena ali sovprežna).

4.1.3 Železniške dilatacije in pomiki

Dilatacije morajo biti projektirane za relativni skupni pomik dilatacij z razmerji $\Delta\delta_x$, $\Delta\delta_y$ in $\Delta\delta_z$ med sosednjimi konstrukcijskimi elementi.

Izračunanih vrednosti ni mogoče zmanjšati, ker reg in dilatacij ni mogoče vnaprej nastaviti.

Smer pomikov drsnih ležišč določa navpični pomik na dilatacijah, na primer zaradi temperaturnih nihanj prekladne konstrukcije. Pri širokih večtirnih premostitvenih objektih se lahko tiri, ki so precej oddaljeni od prečno pritrjenega ležišča, nedovoljeno prečno pomaknejo.

Za relativne pomike dilatacij v smereh x, y in z med sosednjimi konstrukcijskimi elementi, je treba izbrati ustrezne konstrukcije dilatacij, pri čemer je treba upoštevati nemške predpise za železniške premostitvene objekte kot Ril 804 in modul 804.5101 ter vodilne risbe v modulu 804.9010 in modulu 804.9030. Po potrebi je treba predvideti dodatne kompenzacijske plošče po modulu 804.5202.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Rege in dilatacije na premostitvenih konstrukcijah morajo biti projektirane v skladu z 804.9010, 804.9020 in 804.9030. Upoštevati je treba lastnosti dilatacij v skladu z 804.5201. Med premostitvene konstrukcije spadajo tudi nadvozi in podvozi.

Za statično določene sisteme se uporabljajo odprte rege do dolžine dilatiranja 15 m, skladno z 804.9030, poglavje 4.3 "zaprta oblika konstrukcije dilatacije" ali v skladu s poglavjem 4.4 kot "odprta oblika konstrukcije dilatacije". Za dolžine dilatiranja večje od 15 m morajo biti rege in dilatacije v skladu z 804.9030, poglavje 4.4 „odprta oblika konstrukcije dilatacije« ali 804.9020, je mogoča vgradnja po skici K09.

Pri »plavajočem« (op.: pomiki ležišč sproščeni za smeri x in y, kot npr. elastomerna ležišča) podpiranju se dilatacijska dolžina zmanjša zaradi dodatnega pomika zgornje konstrukcije na dolžini 15 m, kar ustreza dolžini premostitve 30 m. Nadalje je treba opozoriti, da je zasnova rege in dilatacije v območju hodnikov odvisna od višine objekta nad terenom in s tem od uporabe naprave za preglede objekta. Če se hodniki uporabljajo za naprave za preglede objekta, je treba zagotoviti pokrivne plošče v skladu z vodilno risbo iz modula 804.9030. Pokrivne plošče morajo biti dimenzionirane glede na osne obremenitve vozila za pregled objekta. To ne velja za rege in dilatacije na krajnih opornikih.

Za prosto podpiranje je treba za vzdolžne stike oz. dilatiranje vedno uporabljati vijačene rege in dilatacije.

4.2 Določitev vplivov na dilatacije

4.2.1 Stalni vplivi

Upoštevati je treba učinke krčenja, lezenja in morebitnih pomikov podpor oz. ležišč. Preučiti je treba primera, ki ustrezata skrajšanju in raztezku: učinke krčenja in lezenja kot tudi možnost pomikov podpore-ležišča v smeri skrajšanja, po možnosti pomikov podpore v smeri "raztezka".

4.2.1.1 Trajni vplivi

- Pomiki podpor oz. ležišč, SIST EN 1992-1-1, SIST EN 1997-1,
- krčenje in lezenje betona, SIST EN 1992-1-1.

Med pomiki konstrukcije, povezanimi z ležišči, so lahko pomiki tal, posedki podpor, nenormalni pomiki ali deformacije ležišč, deformacije pilotov.

4.2.1.2 Spremenljivi trajni vplivi

- Vplivi, ki niso primarno povezani s konstrukcijo, SIST EN 1991-1-1,
- vpetje progovnih oziroma voznih vodov, SIST EN 1991-2.

4.2.2 Spremenljivi vplivi

4.2.2.1 Splošni vplivi

4.2.2.1.1 Klimatski - podnebni

- Veter, SIST EN 1991-1-4,
- sneg, SIST EN 1991-1-3,
- temperatura,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- konstantna temperatura,
- linearna vertikalna temperatura,
- linearna horizontalna temperatura.

Informacije o upoštevanju temperaturnih obtežb so navedene v naslednjih SIST standardih:

- SIST EN 1991-2:2003, poglavje 6.5 in priloga G,
- SIST EN 1991-1-5:2004, poglavje 6 (temperaturne razlike na premostitvenih objektih),
- SIST EN 1337-1:2000, priloga C,
- SIST EN 1993-2:2006, priloga A.

Temperatura

Temperaturni vpliv je pomemben del dilatiranja. Sprememba dolžine prosto raztezne konstrukcije, kot funkcija temperature, je podana z (glej še sliko 4.3):

$$\Delta L = L \cdot \alpha_T \cdot \Delta T$$

- ΔL sprememba dolžine,
- L :... raztezna dolžina,
- α_T ... koeficient raztezanja,
- ΔT ... temperaturna razlika.

Raztezno dolžino konstrukcije je mogoče določiti z metodo fiksnih točk, ki omogoča identifikacijo skrajnih položajev točke ničelnega pomika. Položaj te točke ničelnega pomika konstrukcije se spreminja glede na porazdelitev in podajnosti podpor.

Za popolnoma simetrično konstrukcijo (simetrija temeljev, podpor, podpornih pogojev in krova) se lahko šteje točka ničelnega pomika v središču konstrukcije in raztezna dolžina je potem polovica dolžine krova.

Koeficient razteznosti za izračun dilatiranja je $10 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ za beton in $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$ za jekleno konstrukcijo (SIST EN 1991-1-5, dodatek C).

Za sovprežne konstrukcije je treba ta koeficient vzeti kot $12 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. (SIST EN 1994-2, poglavje 5.4.2.5).

Te vrednosti koeficienta razteznosti, ki se lahko uporabijo za dimenzioniranje dilatacij, je mogoče spremeniti z drugimi vrednostmi, potrjenimi s preskusi ali podrobnimi študijami.

Amplituda nihanja temperature je glavna spremenljivka za določanje nihanja dolžine konstrukcije.

Ta obseg je odvisen predvsem od geografskega območja in okolja, v katerem se objekt nahaja.

Lahko se določi na dva načina:

- upoštevanje predpisov;
- iz vremenskih poročil za zadevno lokacijo, kadar to opravičujejo posebne lokalne podnebne razmere.

Za določitev dilatiranja to pomeni dodajanje negotovosti »S« k pozitivnim in negativnim spremembam enakomerno razporejene temperature objekta.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Kadar je določena temperatura vgradnje dilatacije ali ko je gradbena odprtina dilatacije nastavljiva med vgradnjo, je negotovost v območju temperaturnih sprememb »S« enaka +5 °C. V nasprotnem primeru je njegova vrednost $S = +20$ °C (temperatura objekta T_0 (glej Evrokod 1-1-5/ND, dodatek A.1) v času vgradnje se lahko šteje enako 10 °C za zunanjo temperaturo med 0 in 20 °C (glej Evrokod 0 in 1, poglavje 4, člen 2.2.4).

4.2.2.1.2 Drugi

- obtežbe na hodnikih, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1,
- obtežbe na postajališčih, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1,
- obtežbe na ograje, SIST EN 1991-2, SIST EN 1991-1-1,
- ostali vplivi, povezani z geometrijo objekta.

Ostali vplivi ali konfiguracije ustrezajo posebnim primerom, ki se ne smejo spregledati pri izbiri skupnega modela, prilagojenim posamezni situaciji.

Pri ukrivljenih, poševnih ali zelo širokih prekladnih konstrukcijah prečna komponenta dilatiranja morda ni zanemarljiva.

Vpliv ukrivljenosti

Če je prekladna konstrukcija premostitvenega objekta ukrivljena, je vrednost dilatiranja odvisna od polmera ukrivljenosti in smer pomikov ter ne sledi nujno tangenti na krivuljo konstrukcije: pomiki bodo drugačni glede na vrsto ležišč (npr. prisotnost ležišč z vodili) (glej sliko 4.4).

Ukrivljenost je lahko posledica zasnove ali pa jo med obratovanjem povzroči prečni temperaturni gradient na zelo široki konstrukciji.

Vpliv poševnosti

V primeru poševne konstrukcije je vrednost dilatiranja rezultat dveh komponent pomikov: po pravokotnici na os dilatacije (N) in po vzporednici na dilatacijo (T) (glej sliko 4.5).

Vpliv širine

Pri zelo širokih konstrukcijah temperaturna razlika povzroči relativne prečne pomike nasprotnih delov (glej sliko 4.6).

Vpliv vzdolžnega sklona konstrukcije

V primeru velikega vzdolžnega sklona konstrukcije (glej sliko 4.7) nastane navpična komponenta dilatiranja po vzdolžnem pomiku, ko so podpore (ležišča) vodoravne.

Ta višinska razlika se določi v odvisnosti od naklona konstrukcije in vzdolžnih pomikov vsakega od obeh nasprotnih delov.

Opomba: Če so ti relativni navpični pomiki precejšnji, lahko ogrozijo varnost uporabnikov preko dilatacije in v tem primeru je treba sprejeti posebne ukrepe.

Zasuki prekladne konstrukcije na krajni podpori

Zasuki prekladne konstrukcije lahko povzročijo navpične in vodoravne pomike, zlasti kadar je razdalja med zaključnim robom prekladne konstrukcije in osjo ležišča velika. Pomiki so določeni iz previsa, dolžine razpona, višine odseka prekladne konstrukcije in upogiba pod prevladujočim primerom obremenitve za zasuke (glej sliko 4.8).

Vrednosti pomikov so na splošno nizke, razen če so višine nosilcev (preklade), deformabilnost ali razdalje od konca prekladne konstrukcije do osi ležišča velike.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

4.2.2.2 Železniški premostitveni objekti

Upoštevati je treba predpisane sheme obtežbe za železniške premostitvene objekte, kakor tudi primer neobteženega vlaka, zaviranje, speljevanje ter ostale sile kot npr. centrifugalno in bočni sunek.

- shema obtežbe LM 71, SIST EN 1991-2,
- shema obtežbe SW/0 ali SW/2, SIST EN 1991-2,
- neobtežen vlak, SIST EN 1991-2,
- zaviranje in speljevanje, SIST EN 1991-2,
- centrifugalna sila, SIST EN 1991-2,
- bočni sunek, SIST EN 1991-2.

Centrifugalna sila

Centrifugalna sila, ki jo je treba upoštevati, je podana v poglavju 4.4.2 standarda SIST EN 1991-2 z:

- $Q_{tk} = 0,2Q_v$ (kN) če je $r \leq 200$ m
kjer je r tlorsni polmer zakrivljenosti osi vozišča
ali $Q_v = \sum aQ_i$ ($2Q_{ik}$) = 1200 kN,
- $Q_{tk} = 40Q_v / r$ (kN) če je $200 < r < 1500$ m,
- $Q_{tk} = 0$ če je $r \geq 1500$ m.

Prečni pomik se izračuna iz prečne togosti podpor in podpornih naprav. Metoda izračuna je podobna tisti, ki se uporablja za izračun vzdolžnega pomika v primeru zavorne sile.

Zavorne sile

Obtežba, ki jo je treba upoštevati pri zaviranju ali pospeševanju, je podana v poglavju 4.4.1 standarda EN 1991-2 z:

$$Q_{1k} = 0,6aQ_l$$
 ($2Q_{lk}$) + $0,10a q_1$ q, k wL

- kjer je L dolžina prekladne konstrukcije ali njegovega obravnavanega dela,
- $z 180aQ$, (kN) < Q_{1k} < 500 (kN).

Zgornja meja se lahko poveča do 900 kN, če se na konstrukciji odvija tudi težek promet.

Odpornost na utrujanje dilatacij

Za blazinaste gumene dilatacije (zaprtega tipa) in za material kot CR (op.: kloropren) z manj kot 45 % vsebnosti polimera je treba zagotoviti naslednji dokaz utrujanja v $2,5 \cdot 10^6$ ciklih obremenitve v dveh stopnjah obremenitve:

- stopnja obremenitve 1: $n = 1,5 \cdot 10^6$ prehodov (LW),
- stopnja obremenitve 2: $n = 1,0 \cdot 10^6$ prehodov.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

4.2.2.3 Cestni premostitveni objekti

4.2.2.3.1 Vozila, ljudje

- Shema obtežbe LM1 + hodnik + kolesarska pot, SIST EN 1991-2,
- shema enojne osi, SIST EN 1991-2,
- horizontalne sile, SIST EN 1991-2,
- posebna vozila, SIST EN 1991-2.

4.2.2.4 Razno

4.2.2.4.1 Povratne sile in povratni momenti

- Ležišča lamelnih dilatacij, trenje in odpor proti deformiranju.

4.2.2.4.2 Vzdrževanje, obnova

- Gradbeni stroji,
- posebni položaji obtežbe.

4.2.3 Potres

- Obtežba po SIST EN 1998-1, SIST EN 1998-2.

Dilatacije so oprema premostitvenih objektov, ki niso kritični za potres. Pri potresnem delovanju se domneva, da so poškodovane in morajo imeti predvidljiv način poškodb ter možnost popravila.

Zasnova mora omogočiti ustrezen odstotek projektiranega seizmičnega pomika in pomika zaradi temperature oziroma pE in pT , po upoštevanju vseh dolgoročnih učinkov lezenja in krčenja, da se prepreči kakršna koli škoda zaradi pogostih potresov. Ustrezne vrednosti teh odstotkov določiti na podlagi ocene stroškovne učinkovitosti sprejetih ukrepov za preprečitev škode.

V nasprotnem primeru sta vrednosti pE in pT določeni v Evrokodu 8-2, 0,4 (za načrtovani seizmični pomik) oziroma 0,5 (za temperaturni pomik) (glej Evrokod 8-2, poglavje 2.3.6.3).

4.2.4 Izjemni vplivi

- Trk vozila (cestno vozilo, tirno vozilo, ladja), SIST EN 1991-1-7, SIST EN 1991-2,
- iztiranje, SIST EN 1991-1-7, SIST EN 1991-2,
- pretrganje nadzemnih vodov.

Trki vozil

To zadeva zlasti:

- nad nivojem konstrukcije, udarce vozil na varnostne ograje;
- pod konstrukcijo, udarci prevelikih vozil.

Ta dva naključna dogodka lahko povzročita bočne pomike dilatacije.

Vendar so njihovi vplivi na splošno zanemarljivi.

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH**4.2.5 Faza pri obnovi objekta**

Pri obstoječem objektu, za katerega je predvidena zamenjava dilatacije, je primerno gradbeno odprtino določiti z upoštevanjem vseh že izvedenih nepovratnih deformacij, to je dela skrčkov zaradi sušenja betona in del zaradi lezenja.

Pri armiranobetonskih konstrukcijah delež krčenja pri dilatiranju na splošno ni dovolj pomemben, da bi občutno zmanjšal gradbeno odprtino dilatacije, starejše od 10 let, zato ne omogoča spreminjanja obsega dilatiranja: zamenjana dilatacija bo še naprej enaka (iz iste družine) kot prvotna dilatacija.

Pri prednapetih betonskih konstrukcijah lahko akumulacija že izvedenega krčenja in predvsem lezenja predstavlja pomemben del celotnega dilatiranja in je takrat zanimivo preračunati gradbeno odprtino za dilatacijo, objekt starejši od 10 let (ta preračun mora biti izveden pred fazo izbora dilatacij). Zmanjšanje v primerjavi z začetnim dilatiranjem lahko nato omogoči spremembo velikosti dilatacije, kjer je prvotna širša dilatacija nadomeščena z ožjo dilatacijo.

4.2.6 Kombinacije obtežbStalna obtežba

Upoštevati je treba učinke krčenja, lezenja in morebitnih pomikov podpor oz. ležišč. Preučiti je treba dva primera, ki ustrezata skrajšanju in raztezku: učinki krčenja in lezenja kot tudi možnost pomiki podpore-ležišča v smeri skrajšanja, po možnosti pomiki podpore v smeri "raztezka".

Spremenljiva obtežba

To so na eni strani vplivi temperature (op.: dnevno temperaturno nihanje 10 °C je upoštevano v maksimalnem območju negativnega in pozitivnega nihanja temperature), na drugi strani pa delovanje obratovalnih obtežb Q_k (zasuki zaradi obtežbe, zaviranja, centrifugalne sile) in naključnih dogodkov A_d (glej podpoglavja):

- T_k ... vpliv temperature z njeno značilno vrednostjo;
- Q_k - f_q - $trot$... vpliv prometne obtežbe (zasuki) z njihovo pogosto vrednostjo, vključno s kumulativno obtežbo hodnikov;
- Q_k - f_q ... vpliv prometne obtežbe (zasuki) z njihovo pogosto vrednostjo, brez obtežbe hodnikov;
- Q_k - c ... vpliv prometne obtežbe (zasuki) z njihovo karakteristično vrednostjo, vključno s kumulativno obtežbo hodnikov;
- Q_{lk} ... vpliv zavornih sil z njihovo značilno vrednostjo;
- Q_{tk} ... vpliv centrifugalnih ali prečnih sil z njihovo značilno vrednostjo;
- E_d ... vpliv projektiranega potresnega delovanja.

Kombinacije obtežbe

Kombinacije, ki jih je treba preučiti za določitev dilatiranja oz. velikosti gradbene odprtine za dilatacijo, so naslednje:

MSU (mejno stanje uporabnosti):

- MSU 1: $G + Q_k$ - $c + 0,6 T_k$,
- MSU 2: $G + Q_k$ - $f_q + Q_{lk} + Q_{tk} + 0,6 T_k$,

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH

- MSU 3: $G + Tk + Qk-fq-trot$.

MSN (mejno stanje nosilnosti):

- MSN 1: $1,35 G + 1,35 Qk-c + 1,5 \cdot 0,6 Tk$,
- MSN 2: $1,35 G + 1,35 (Qk-fq + Qlk + Qtk) + 1,5 \cdot 0,6 Tk$,
- MSN 3: $1,35 G + 1,5 Tk + 1,35 Qk-fq-trot$,
- potres: $G + 0,25 Tk + 0,4 Ed$, razen če ni drugače določeno (glej »Potres« v tem poglavju).

Opomba: Za krčenje in lezenje je koeficient za MSN 1,00. Za izračun dilatiranja se v računskih kombinacijah MSN ohrani temperatura v nasprotju s priporočili Evrokoda.

V splošnem primeru je zmožnost pomikov dilatacije oz. gradbena odprtina, določena s kombinacijami MSU, da gradbena odprtina med elementi omogoča nadaljevanje pomikov pri MSN (če je pomik MSU presežen, je to varovalka za dilatacijo, brez poškodb konstrukcije). V določenih primerih, kot na primer pri upoštevanju potresa (glej podpoglavje »Potres«), bo zmogljivost pomikov dilatacije določena na podlagi dilatiranja za primer MSN.

4.3 Vplivni dejavniki hrupa pri cestnih dilatacijah

4.3.1 Hitrost prehoda in masa vozil, vpliv vrste in načina vgradnje dilatacij

Maksimalne ravni hrupa, ki ga povzročajo težki tovornjaki, so večje od maksimalnih nivojev hrupa, ki jih povzročajo osebni avtomobili. Največje ravni hrupa zaradi tovornjakov (LAF_{max}), na mestu izvora, presežejo 75 dB(A), medtem ko je hrup zaradi avtomobilov, pri isti hitrosti, nekaj decibelov nižji. Hrup se ravno tako poveča, če je nivo dilatacij za 5-10 mm višji ali nižji od nivoja asfaltne vozišča (neravnost) in se zaradi udarcev pnevmatik poveča udarni zvok, tudi do nivoja 90 dB(A) in več, na mestu izvora. Gladke, ploskovne dilatacije so praviloma tišje (npr. asfaltne, gumene), medtem ko so sestavljene, jeklene dilatacije glasnejše (lamelne, konzolne, z eno rego). Še najbolj primerne glede hrupa od slednjih so glavnikaste dilatacije in lamelne, s sinusnimi ploščicami (glej sliko 4.11), vendar najvišja raven hrupa pri običajnih hitrostih nikoli ne pade pod 75 dB(A).

4.3.2 Vpliv konfiguracije terena, lege in vrste objekta ter razdalje do stanovanjskih objektov

Na cestišču je hrup zaradi prehoda čez dilatacijo največji. Pod cestiščem, pod samo dilatacijo, v komorah, brez izvedenih posebnih zaščitnih ukrepov, se hrup zaradi resonance poveča. In obratno, na mestih, ki so izven objekta in spodaj (npr. izven pregledovalnih komor) so spremembe hrupa kot zmanjšanje ravni, npr. zaradi zaščitnih protihrupnih ukrepov in zaradi konfiguracije terena, lahko večje. Spremembe nivojev ekvivalentnih ravni hrupa so opazne, če je razlika med dvema nivojema 3 dB(A). Poseg za zmanjšanje hrupa je ob najbolj neugodni konfiguraciji terena uspešen le do oddaljenosti 45 metrov zračne linije od dilatacije, ko gre za skupno raven hrupa. Vpliv razdalje na spremembo jakosti hrupa je precej manjši, kot pa je vpliv konfiguracije terena in lege.

4.3.3 Vrste hrupa pri prehodu vozil čez dilatacije

Poleg hrupa, ki ga povzroča vožnja vozil po cestišču (hrup motorja, hrup pnevmatik ob stiku s podlago, hrup zaradi piša zraka), na dilataciji nastane dodaten vir, ko vozila

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

zapeljejo nanjo. Ta dodatni vir je kratkotrajen in izrazito impulzivne narave, saj nastane ob nenadnem prehodu pnevmatik vozil prek dilatacije. Hrup se obravnava kot točkovni vir hrupa. Hrup ceste zaradi gostega prometa pa se obravnava kot linijski vir hrupa. Poleg same ravni hrupa in njegove morebitne impulzivne narave so za poslušalca moteči tudi poudarjeni toni v spektru hrupa in pa spremembe spektralne slike hrupa.

Spektralna slika zvoka ob dilataciji se razlikuje od spektralne slike zvoka, ki jo dobimo ob meritvah stran od vpliva dilatacije. Zaradi npr. lamelne dilatacije se opazi znatno povečanje nivojev hrupa v terčnih pasovih (L_{Terz}), s sredinskimi frekvencami 80 Hz, 100 Hz in 125 Hz.

Kljub povečani ravni hrupa v navedenih frekvenčnih pasovih se merjeni hrup kljub temu ne more oceniti kot hrup s poudarjenimi toni. Ocena pa je, da lahko nenadna sprememba spektralne slike ob prevozu vozila prek dilatacije, na poslušalca vpliva moteče.

4.4 Vrste dilatacij

4.4.1 Splošno

Ločimo več družin tipov cestnih dilatacij, odvisno od narave premostitvenih objektov, voziščne konstrukcije in prometne obtežbe in nekaj družin tipov železniških dilatacij, ki so praviloma izpeljanke cestnih dilatacij (zaprtega tipa) ali pa odprte dilatacije (specifično samo za železnico). Pogoste družine dilatacij so:

- Pokrite dilatacije: Na gradbišču sestavljeni deli, skriti pod površino vozišča. Glej sliko 4.12.
- Odprte dilatacije: Na gradbišču sestavljeni deli, vidni iz zgornjega ustroja železnice. Glej sliko 4.13.
- Asfaltne in polimerne fleksibilne dilatacije: Na gradbišču sestavljeni deli, v nivoju vozišča, podprto na tanki jekleni plošči. Glej slike 4.14 in 4.15.
- Dilatacije z enim tesnilnim profilom: Rego premošča elastomerno (vpeto) tesnilo, ki se prilagaja pomikom. Robni profili so lahko iz betona, epoksi smole, elastomera ali kovine (aluminij-samo za blazinaste železniške dilatacije, jeklo). Glej slike 4.16 in 4.17.
- Blazinaste dilatacije: Tovarniško predizdelani elastomerni in/ali z jeklenimi ploščami vulkanizirani trakovi, ki so pritrjeni na glavno konstrukcijo s svorniki. Glej slike 4.18 in 4.19.
- Konzolne (glavnikaste) dilatacije: Glavnikaste plošče, sidrane v glavno konstrukcijo. Glej sliko 4.20.
- Podprte dilatacije: Drsne plošče, ki podpirajo prehod vozil ali tirno gredo in premoščajo gradbeno odprtino. Glej sliko 4.21.
- Lamelne (modularne) dilatacije: Zaporedje vodotesnih grednih jeklenih elementov, podprto s pomično podkonstrukcijo in vodeno s krmilnim mehanizmom. Glej sliko 4.22.

4.4.2 Cestne in železniške dilatacije za majhne in srednje pomike

Za določene pomike se ustrezen tip iz družine dilatacij določi glede na orientacijsko dolžino dilatiranja objekta, vrste pomikov dilatacije v smereh x, y in z. Dilatacije za majhne pomike za premostitvene objekte z dolžino do 60 m (jekleni) in do 90 m (masivni, betonski) z možnostjo pomikov v x smeri 80/100 mm (+ 40/50 mm), v y smeri 10 mm in v z smeri 3 mm, so to lahko za cestne objekte dilatacije z eno tesnilno rego, tudi konzolne dilatacije, za železniške objekte pa praviloma zaprte pokrite dilatacije tipa blazinaste za prečne

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH

prereze in elastomerne trakaste za vzdolžne dilatacije. Za železniške objekte z razponom 60 do 90 m se uporabi več vrst dilatacij za manjše pomike, odvisno tudi od vrste objektov (masivni ali jekleni) in vmesnih dolžin dilatiranja: 1. največkrat dva tipa blazinastih dilatacij (enojne za manjše pomike do ± 65 mm in dvojne, za večje pomike ± 130 mm), različnih izvedenk posameznih proizvajalcev (v osnovi se te med seboj bistveno ne razlikujejo), 2. zaprte jeklene dilatacije z eno rego in tesnilnim trakom ter 3. polimerne dilatacije.

Za srednje pomike: za objekte do 150 m s pomiki v smeri x do 150 mm (± 75 mm), v smeri y do 5 mm in v smeri z do 3 mm se za cestne objekte uporabljajo: 1. modularne lamelne dilatacije z eno vmesno lamelo ali 2. male konzolne glavnikaste dilatacije. Za železniške objekte se praviloma uporabljajo odprte jeklene dilatacije.

4.4.3 Cestne in železniške dilatacije za velike in zelo velike pomike

Za cestne dilatacije za objekte z dolžino do 300 m in dilatiranjem v x smeri do 300 mm (± 150 mm), v y smeri ± 20 mm in v z smeri ± 10 mm so primerne tako modularne lamelne dilatacije s tremi ali več regami, kot tudi srednje velike konzolne glavnikaste dilatacije.

Za cestne objekte dolžine nad 300 m, za pomike v x smeri večje od 300 mm (± 150 mm), v y smeri ± 20 mm in v z smeri ± 10 mm so najbolj primerne modularne lamelne dilatacije s pet in več regami, kot tudi večje konzolne glavnikaste dilatacije.

Za večje železniške premostitvene objekte se poleg kompenzacijskih plošč, predvsem za tir na togi podlagi lahko v primeru gramozne grede, lahko uporabijo tudi običajne (cestne) konzolne glavnikaste večje dilatacije z nekaj konstrukcijskimi dopolnili (omejitve vertikalnih in prečnih pomikov). Glavniki tu delujejo najprej kot nosilci za pokrivne plošče, ki preprečujejo prodiranje tolčenca. Ker pokrov ni tesen, je treba zagotoviti drenažne kanale ali podobno. Drenažni kanali so lahko zasnovani kot na odprtih dilatacijah.

Če je mogoče, je treba preprečiti nekontrolirano odvajanje koncentrirane meteorne vode. Celotno površino je spodaj smiselno prekriti z zaveso ali s podstavki. Glej sliko 4.23 - način odvodnjavanja z zaveso spodaj ter slika 4.24 - način odvodnjavanja z lovilnim kanalom spodaj.

Prednosti:

- zelo primerno za zgornji ustroj s tirno gredo -tolčencem kot tudi za tir na togi podlagi,
- preverjene dilatacije pri gradnji cestnih premostitvenih objektov.

Pomanjkljivosti:

- lega dilatacije mora biti usklajena z morebitno tirno dilatacijo,
- zahtevana drenaža,
- vgradnjo izvede izključno proizvajalec dilatacije ali njegov pooblaščenec,
- smer pomikov glavnikov mora ustrezati smeri pomikov vodilnih ležišč objekta.

4.4.4 Pokrite cestne in železniške dilatacije

Pokrite cestne dilatacije so zasnovane iz enega ali več sestavnih delov (za primer glej sliko 4.12). Uporabljeni so različni materiali, kot bitumenske plošče z bakreno oblogo ali jeklene plošče, odvisno od horizontalnih pomikov in prometne obtežbe. Za toge plošče je značilno, da jih je težko pravilno namestiti na podlago, poznejše sukanje pod prometno obtežbo pa je glavni vzrok za prezgodnjo odpoved pokritih dilatacij. Za pomike do 10 mm je lahko takšna zasnova še ustrezna, pod pogojem, da je najmanj 100 mm nadkritja. Za pomike 10

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH

- 20 mm se lahko na vrh dilatacijskega vložka namesti elastomerna blazinica, ki podpira površino širine dilatacije 500 - 600 mm. S tem se poveča prožnost in trajnost pokrite dilatacije.

Za pokrite železniške dilatacije se zahteva, da le-te kljub tirni gredi omogočajo relativne pomike obeh delov prekladne in podporne konstrukcije. Z ustreznimi obrobami se mora odvajati meteorna voda. Ob dilatacijah je treba postaviti tudi ustrezen prečni drenažni sistem.

Pokrovi dilatacij morajo preprečiti vdor balasta med sestavne dele. Na stranskih hodnikih in stenah kinet je treba zagotoviti gumijaste prirobnice z dielektričnimi lastnostmi. Pokrovi dilatacij morajo biti tudi dielektrični oz. električni izolatorji, ki preprečujejo prehod blodečih tokov. Sidrne vijake je treba injektirati z dielektričnimi maltami.

Spoji dilatacij morajo biti zasnovani in izdelani tako, da omogočajo dvig enega ali drugega konca segmentov dilatacij z najmanjšo višino 50 mm posebej, da se omogoči zamenjava elementov z novimi.

4.4.5 Odprte železniške dilatacije

Odprte železniške dilatacije morajo biti zasnovane v skladu z vodilnimi risbami za gradnjo proge s tirno gredo v skladu z Ril 804.9030 (masivni premostitveni objekti) in za progo s tirom na togi podlagi v skladu z Ril 804.9020 (okvirno načrtovanje za viadukte). Glej primere na slikah 4.13 in 4.23.

4.4.6 Asfaltne cestne in izboljšane polimerne fleksibilne cestne ali železniške dilatacije

V opis je vključenih več tipov fleksibilnih dilatacij kot osnovne asfaltne in izboljšane polimerne dilatacije. Asfaltna dilatacija je običajno sestavljena iz več plasti (vročih) mešanic elastičnega bitumenskega veznega materiala in polnila kot kameni agregat, ki zagotavlja homogen ekspanzijski medij in s tem stabilno vozno površino vozišča (glej sliko 4.14 za primer). Osnovni sistem je bil razvit v sedemdesetih letih prejšnjega stoletja in je bil sprva uporabljen za manjše pomike. V nekaterih primerih je bil asfaltni material preveč prožen in je izkazoval kolesnice pri cestnih objektih, zlasti med vročim vremenom. Sistem so kasneje izboljšali s povečanjem gostote in togosti materiala, predvsem v zgornjih slojih cestišča, vendar so ostale pomanjkljivosti kot npr. slaba sprijemna trdnost z robom asfaltnih slojev. Danes so dilatacije tako za cestne kot železniške objekte izboljšane z bolj žilavimi veznimi materiali (PA na osnovi poliureje ter PMMA). Oblikovno so dilatacije zasnovane, da zadovoljivo delujejo v območju tudi večjih pomikov, vendar še vedno pod pogojem, da sosednji priključni površini nista debeli več kot 100 mm, vzdolžni in prečni skloni voziščne plošče ne previsoki (primer na sliki 4.15). Pri znatnih sklonih je treba dilatacijo zasnovati z uporabo tršega ali bolj žilavega veziva, da se zmanjša možnost nastanka kolesnic oz. deformacij zaradi vtisa npr. tirne grede ali po drugi strani izbočitev. Dilatacije so običajno vgrajene pri nazivni širini 500 mm, vendar so glede na stanje površine voziščne plošče v času vgradnje in možnost večjih pomikov tudi do širine do 1000 mm. Vendar se je treba izogibati tem širinam in, kjer je mogoče, omejiti največjo širino na 850 mm.

4.4.7 Cestne dilatacije z enim tesnilnim profilom

Cestne dilatacije z enim tesnilnim profilom so sestavljene iz zamenljivega fleksibilnega elastomernega tesnilnega traku iz EPDM, jeklenih robnih profilov za zaključek obrabnih in nosilnih slojev vozišča in za vpetje tesnilnega traku, dodatnih jeklenih kotnih profilov kot prirobnice za povečanje togosti robnih profilov, sidrišča iz jeklenih sidrnih plošč in okroglih

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

jeklenih zaprtih stremen (običajno $\varnothing 20$ mm) za sidranje v beton (samo za betonske premostitvene objekte). Pri sovprežnih in jeklenih prekladnih konstrukcijah je sidrni del specifičen (glej sliki 4.17 in 4.19).

4.4.8 Cestne in železniške blazinaste elastomerne dilatacije

Blazinaste dilatacije (imenovane tudi gumijaste oz. elastomerne, vulkanizirane z jeklenimi ploščami) so sestavljene dilatacije, ki se raztezajo čez gradbeno rego prekladne konstrukcije in so ali elastomerne nearmirane ali elastomerne, armirane z jeklenimi ploščami. Primerne so kot zaprte dilatacije za železniške premostitvene objekte in manj kot za cestne objekte. Na voljo so različne velikosti, ki ustrezajo različnim pomikom. Glej sliki 4.18 in 4.19 za primera.

Večje blazinaste cestne dilatacije so bolj hrupne kot manjše. Za težak cestni promet so skoraj neprimerne, posledice so precej hitro vidne kot cepitev elastomera ali čezmerna obraba gume, v hujših primerih so izpostavljene tudi jeklene plošče, ki lahko hitro izpadejo iz blazin in poškodujejo podvozja vozil.

Včasih poškodbe povzročijo tudi bočne sile vozil, na primer pri izvozih iz krožišč. Blazinaste dilatacije so običajno dobavljene kot sestavljivi elementi v dolžinah 1-2 m, sidrani v prekladno konstrukcijo oz. krov s pomočjo sornikov ali kemičnih sider. Kjer je mogoče, je treba za sidranje teh dilatacij uporabiti prednapete vijake ali sidra. Učinkovitost vijakov je treba potrditi s preskušanjem.

Vodotesnost teh dilatacij je mogoče izboljšati tako, da se zagotovi izdelava dilatacije v eni neprekinjeni dolžini ali pa so elementi med seboj povezani, da tvorijo neprekinjeno dolžino.

4.4.9 Cestne in železniške konzolne (glavnikaste) dilatacije

Cestne konzolne glavnikaste dilatacije so pari ujemajočih se zobatih jeklenih plošč, posamično privitih ali sidranih na vsaki strani rege. Razmiki med zobmi lahko postanejo zelo veliki, zlasti na poševnih premostitvenih objekti, v določenih okoliščinah pa je lahko pomembna tudi orientacija zob.

Pri železniških dilatacijah glavniki služijo kot nosilci za pokrivne plošče, ki preprečujejo vsipanje tirne grede v dilatacijo. Ker pokrov ni vododržan, je treba zagotoviti drenažne lovilne žlebe, ki so sicer prisotni predvsem pri odprtih dilatacijah.

4.4.10 Cestne in železniške lamelne oz. gredne dilatacije

Obstajajo številne cestne lamelne dilatacije, ki spadajo v to kategorijo. Poznamo izvedbe dveh ali več tesnilnih elastomernih elementov v različnih velikostih in z vmesnimi jeklenimi lamelami ter z različnimi krmilnimi mehanizmi oz. vrstami prečnih podpor oz. pomikov prečnih nosilcev (škarjasti sistem ali gredni sistem pomikov).

Več lamelne modularne dilatacije so tehnično precej zahtevne, omogočajo pa veliko večje pomike. Prečniki ali prečni nosilci so podprti na drsnih ležiščih in vpeti z vzmetmi, ki olajšajo pomike vmesnih lamel s tesnili. Na splošno so več lamelne modularne dilatacije vgrajene v gradbeno odprtino krova oz. prekladno konstrukcijo z voziščno ploščo. Odvisno od vrste uporabljene dilatacije so lahko sidrni elementi podobni tistim, ki se uporabljajo pri sidranju dilatacij z eno rego z jeklenima robnima profiloma. Elastomernih tesnil je več različnih vrst in velikosti dilatiranja (velikosti D80-D100), odprtega tipa (V tesnila) ali zaprtega tipa (O tesnila), glede na pogoje čiščenja in vzdrževanja.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Železniške drsne pragovne ali gredne dilatacije kot. npr. križno vodene so najsodobnejše, izjemno varne in vzdržljive za premostitev gradbenih odprtih večjih premostitvenih objektov, ki so bile posebej razvite za vgradnjo v železniške objekte med zgornjim ustrojem in krajnima opornikoma ali na vmesnih stebrih. Ta zasnova izhaja iz znane vrtljive (škarjaste) gredne cestne dilatacije, uveljavljene pred več kot 40 leti, ki je v tem primeru prilagojena zahtevam železniškega prometa in objektov. Pri železniških premostitvenih objektih imajo pomiki, ki so posledica prometnih obtežb, pomembno vlogo zaradi koncentrirane obtežbe preko tirnice. Te obtežbe povzročijo hitre pomike v premostitvenem območju, ki jih prevzame vodena prečna vez. Glej še sliko 4.25.

4.4.11 Cestne in železniške podprte dilatacije ali kot kompenzacijske plošče

Podprta dilatacija je v splošnem sestavljena iz enega glavnega dela (jeklena plošča), ki je poravnana z vozno površino in pritrjena s členki na eni strani in drsnimi nosilci na drugi strani (z drugim elementom) ter prekriva gradbeno odprtino krova voziščne konstrukcije (slika 4.26). Pomiki dilatacije so omogočeni z drsenjem na nepodprti strani zgornjega dela, to je na nosilnem elementu, ki je sidran na podkonstrukciji.

Podprte dilatacije se lahko razvrstijo v poddružine: ploščate dilatacije brez glavnikov; ploščate dilatacije z glavniki in t.i. »rolo« dilatacije.

Sistem s kompenzacijskimi ploščami za železniške dilatacije je statično nosilna brana, ki na eni strani prepolovi tangentni kot na obeh straneh in na drugi strani pretvori vertikalni odmik na obeh straneh v nasprotna kota zasuka (glej še sliko 3.20). Kompenzacijska plošča ima funkcijo, da veliko rego nadomesti z dvema manjšima, večji zasuk nadomesti z dvema manjšima, vertikalni pomik kompenzira z blažjim naklonom, podobno kompenzira tudi prečne pomike nad podporo. Sistem ima svoje prednosti in slabosti v smislu stroškov in vzdrževanja – obema pa je skupno to, da imajo ležišča in pomični elementi dodatno točko prekinitve, z nižjo pričakovano življenjsko dobo in posledičnimi večjimi stroški. Te dilatacije se zato uporabijo le v izjemnih primerih, običajno za zelo toge (zaprte škatlaste) prekladne konstrukcije dolžin nad 90 m.

4.4.12 Optimalni izbor cestnih dilatacij za premostitvene objekte

Izbor optimalnih tipov dilatacij za primer cestnih premostitvenih objektov je podan v preglednici 4.2.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**5 Sestavni deli dilatacij****5.1 Dilatacije z eno tesnilno rego in robnima jeklenima profiloma, lamelne dilatacije, konzolne dilatacije****5.1.1 Splošne zahteve**

Izpostavljeni robovi robnih profilov morajo biti zaobljeni z radijem najmanj 3 mm.

Prečni prerez sestave robnega profila za območje cestišča mora imeti skupno višino najmanj 0,9-kratnika razmika sider in širino najmanj 0,5-kratnika razmika sider. Razmik med sidri ne sme biti večji od 250 mm. Če so v območju škatel prečnih gred (op. pri lamelnih dilatacijah) večji razmiki sider, je treba stene škatel izmenično sidrati s sidrnimi zankami, vijaki z glavo ali podobnim.

Najmanjša debelina robnih profilov mora biti 12 mm.

Sidrne zanke morajo biti sestavljene iz najmanj okroglega jekla \varnothing 20 mm in se smejo povezovati samo v območju vozišča preko sidrnih plošč. Praviloma naj bodo sidra in vezne ojačitve konstrukcije razporejeni pravokotno na dilatacijo. Odstopanja od te smeri so dovoljena do 20°. Sidrna ojačitev konstrukcije mora biti vzporedna s sidrnimi zankami. Če se v posameznih primerih od teh konstrukcijskih specifikacij odstopa, je treba predložiti ločena dokazila o ustreznosti predvidenega sidranja. To mora biti prikazano na izvedbenih risbah.

Zagotoviti je treba, da so sidra usklajena z minimalnimi gradbenimi odprtini.

Dilatacije morajo biti projektirane tako, da se beton lahko ustrezno vgradi in zgosti. Če se ne sprejmejo drugi ustrezni ukrepi, je treba v robnem profilu na razdalji 250 mm izvrtati odprtine s premerom 20 mm za nadzor in odzračevanje pri betoniranju.

Horizontalna priključna pasnica robnega profila (prirobnica za lepljenje hidroizolacijskega traku) mora biti v višini hidroizolacijskega traku in široka najmanj 80 mm. To velja tudi za območje hodnikov. Zaključek asfaltnih plasti sme biti največ 20 mm pri debelinah asfaltov do 120 mm in največ 40 mm pri debelinah asfaltov nad 160 mm (vmesne vrednosti morajo biti linearno interpolirane), z naklonom 1:4.

Na območju hodnikov in kolesarskih stez se lahko rege prekrijejo ali zmanjšajo z ustreznimi tesnilnimi profili.

Pokrivne plošče v predelu robnega venca in hodnikov morajo biti izdelane iz soli odporne nerjavnega jekla debeline najmanj 10 mm, njihova pritrdila pa iz nerjavnega jekla z materialom št. 1.4401 ali 1.4404. Biti morajo poravnani z vogali in robnimi venci.

Za zmanjšanje drsnosti je treba na cestišču in hodnikih zagotoviti trajne ukrepe na jeklenih profilih in ploščah širine nad 200 mm, prečno na smer vožnje, glej še EAD 0120109-00-0107.

Pri dinamično obremenjenih vijačnih zvezah je treba dokazati, da se lahko zagotovi izguba prednapetostne sile največ 10 % pod prometom.

Vertikalne opažne plošče tvorijo navpični zaključek za gradbeno odprtino. Na zgornjem koncu morajo biti tovarniško privarjene ali privijačene na robne profile dilatacije in opremljene z upognjenim odkapnikom na spodnjem koncu (priporočilo: debelina pločevine najmanj 2 mm). V območju krajnih opornikov je treba opažne plošče privariti na končne plošče sider. Opažne plošče morajo imeti enak sistem premazov kot dilatacija ali pa morajo biti iz nerjavečega jekla. Glede zaščite pred korozijo je treba upoštevati združljivost materiala opažne plošče z jeklenim profilom.

Dilatacijski tesnilni profili morajo imeti debelino najmanj 4 mm in so običajno izdelani iz elastomera ter imajo nalogo zagotavljanja vodotesnosti dilatacije. Zagotoviti je treba enojne, v

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

določenih primerih tudi profile s komoro (grbasti profili). Prerez tesnilnih profilov mora biti oblikovan tako, da je površina rege čim manj onesnažena. Tesnilni profili morajo biti zamenljivi. Bodisi so v profilni utor robnega profila vpeti v robne lamele, vmesne lamele ali pritrjeni z zatiči ali izjemoma z vijaki. Pri vpetih tesnilnih profilih mora biti povezovalno sredstvo vpenjalne tirnice, s katero je dilatacijski profil pritrjen, sestavljeno iz vijakov z ugrezno glavo za »imbus« ključ. Združljivost materialov pritrtilnih elementov jeklenih profilov je treba upoštevati glede zaščite pred korozijo.

Dilatacije z enim ali več tesnilnimi profili se smatrajo kot vodotesne, zato tam praviloma niso potrebni drenažni kanali oz. cevi. Če je urejen spodnji odvodni lovilni žleb, npr. pri konzolni glavnikasti dilataciji, mora le-ta biti zasnovan tako, da ga je mogoče brez navora razstaviti za pregled. Za sestavne dele (cevi) drenažnega sistema je treba uporabiti nerjavna jekla odporna proti koroziji v prisotnosti soli (npr. material št. 1.4571 in pritrtilni elementi iz materiala št. 1.4401 ali 1.4404). Odvodni kanali morajo imeti minimalni vzdolžni sklon 2 %.

Priključek na vzdolžno odvodnjavanje objekta mora biti izveden z odtočnim priključkom; zbiralni lijaki so dovoljeni v določenih primerih (npr. glavnikaste konzolne dilatacije). Pri določanju števila odtočnih cevi je treba upoštevati izračunano količino vode, ki jo je treba odvesti.

Elementi za odvodnjavanje morajo biti praviloma vgrajeni neprekinjeno po celotni dolžini dilatacije brez dodatnih stikov. Cevi ne smejo biti vodene čez ostre robove. Pritrditev v konstrukcijo mora biti vodotesna in trajna. Površinsko vodo, ki se nabira v regi, je treba odvesti v drenažni sistem objekta. Grobo umazanijo je treba voditi ločeno v zbiralnice izven objekta z možnostjo naknadnega čiščenja. Zagotoviti je treba proste dostope za čiščenje in vzdrževanje. Vsi deli premostitvenega objekta ob ali pod dilatacijo morajo biti trajno zaščiteni pred vlago. Drenažni sistem mora biti sposoben slediti pomikom dilatacije.

Sestavni elementi za odvodnjavanje konzolnih glavnikastih dilatacij morajo biti dimenzionirani tako, da so lovilni žlebovi v celoti zapolnjeni z umazanijo, peskom in podobno.

5.1.2 Protikorozijska zaščita

Zahteve za protikorozijsko zaščito urejajo posebni tehnični pogoji naročnika. Če so jekleni sestavni deli dilatacij obremenjeni z utrujanjem in vroče cinkani v skladu s SIST EN ISO 1461, je treba upoštevati vpliv vročega cinkanja na preostalo nosilnost jekla zaradi utrujanja. Zahtevane debeline vročega cinkanja z dodatnimi premazi morajo biti predhodno dokazane.

Opomba 1: Protikorozijska zaščitna doba vročega cinkanja pri običajni debelini sloja ($\leq 100 \mu\text{m}$) in okolju C1/C2 je do cca 80 let. Trajnost 100 let zahteva debelino sloja vročega cinkanja 147 – 252 μm (kategorija korozivnosti C4) oz. za 50 let 250 μm (C5). Debeline plasti cinkanja $> 200 \mu\text{m}$ je mogoče doseči z običajnimi konstrukcijskimi jekli (Sebisty območje 0,14 % < Si < 0,25 %) ali 315 μm za jeklo z visoko vsebnostjo silicija. Organske premazne sisteme je v primerjavi z vroče cinkanimi potrebno dvakrat vzdrževati oz. obnoviti (časovni interval okrog 33 let).

Pri načrtovanju protikorozijske zaščite je treba predvideti velike mehanske obremenitve, izpostavljenost solem za odtajanje (korozijski razred C5), umazanijo in vlago.

Jekleni deli iz konstrukcijskih jekel po SIST EN 10025, ki niso zaščiteni z betonom, so premazani s sistemom protikorozijske zaščite, vključno s 5 cm širokim robnim pasom, ki se ščiti z betonom.

Sestavni deli z visoko korozivnimi površinami so lahko zasnovane kot hibridna konstrukcija iz konstrukcijskih jekel v skladu s SIST EN 10025 (rjavna jekla) in SIST EN 10088 (nerjavna jekla). Dokazati je treba trajnost sestavnih delov, predvsem hibridnih povezav med materiali.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**5.1.3 Obrabni, zamenljivi deli kot so ležišča, tlačne vzmeti in krmilne vzmeti**

Pomičnost lamelne dilatacije se dosega z deformabilnimi vzmetmi, ki se lahko stiskajo-raztezajo vzdolž njene osi ali pa prečno-strižno. Vmesne lamele so zato povezane z vzmetmi preko drsnega mehanizma (slika 5.1) in krmilnega mehanizma (slika 5.2). Togost vsake posamezne vzmeti je odvisna od hitrosti pomika oz. od sile, ki deluje na vzmet. Pomiki teh vzmeti so linearni. Kontrolne vzmeti so nedeformirane v nevtralnem položaju, v zaprti ali odprti regi med robnimi profili in vmesnimi lamelami pa deformirane

Obrabni, zamenljivi deli kot so armirana ležišča, tlačne vzmeti in kontrolne vzmeti, predvsem za lamelne dilatacije, morajo biti v skladu s specifikacijami iz tehničnih ocen za posamezen tip proizvoda in morajo za primer vzdrževalnih del biti dobavljeni s certifikatom 3.1 (elastomerni, vulkanizirani deli) oz. certifikatom 2.2 (polimerni, plastični deli) po SIST EN 10204.

Opomba 2: Za te rezervne dele funkcionalnih zahtev ni mogoče neposredno prevesti v zahteve glede lastnosti materiala. Zahteve mora določiti/izpeljati dobavitelj na podlagi načel, uporabljenih v analizah, in komponent, kot se uporabljajo pri preskusih za dinamično oceno za pridobitev ETA. Učinkovitost je mogoče dokazati na podlagi začetnega tipskega preskušanja, ki služi kot izhodišče za nadzor tovarniške proizvodnje. Kontrola tovarniške proizvodnje je lahko omejena na preskušanje glavnih lastnosti materiala in pregled izdelave, ki se lahko uporabi za preverjanje skladnosti s sestavnimi deli, uporabljenimi pri tipskih preskusih. Med preskušanjem tipa sestavnega dela je treba pregledati naslednje lastnosti:

- nosilnost, vključno s tečenjem in relaksacijo;
- trenje (med translacijo in/ali rotacijo);
- obraba (zaradi translacije in/ali rotacije);
- utrujanje;
- strižna togost (če je relevantna).

5.1.4 Protihrupne ploščice in zavese v gradbeni odprtini

Protihrupne zgornje ploščice v obliki sinusov, predvsem za lamelne dilatacije ali jeklene z eno tesnilno rego ter dodatne protihrupne zavese spodaj v gradbeni odprtini, za zmanjšanje hrupa pri prehodu težkih vozil, so kot dodatna oprema primerni ukrepi v bližini naseljenih območij ali zavarovanih naravnih območij. Vendar je pred tem potrebno opraviti meritve hrupa na terenu, kar pa je za dilatacije težko opredeliti. Trenutne rešitve so omejene na namestitev zvočne izolacije na ravni elementov vira hrupa, pasivno zaščita na bližnjih stavbah (okna in vrata) in zamenjavo tipa dilatacij iz druge družine (kot npr. glavnikaste konzolne ali fleksibilne). Glej sliko 5.3.

Pri dilatacijah s protihrupnimi elementi, ki so nameščeni nad lamelami, višinski zamik robov sosednjih elementov ne sme biti večji od 2 mm ob upoštevanju vzdolžnega naklona.

5.1.5 Tolerance

Pri izvedbenih tolerancah jeklenih dilatacij je treba razlikovati med proizvodnimi in vgradnimi tolerancami za samo konstrukcijo dilatacij in posebej sestavnih delov. Nazivne deformacijske lastnosti, na primer v smeri in pravokotno na vzdolžno os objekta, morajo biti zagotovljene tudi ob upoštevanju toleranc gradbene konstrukcije. Če je skladnost pomembna za delovanje in uporabne lastnosti dilatacij, je treba določiti ustrezne mejne vrednosti in jih tudi navesti npr. v posebnih tehničnih pogojih naročnika. Kontrola toleranc za posamezne sestavne dele ali skupine del je del notranjega in zunanjega nadzora.

Proizvodne tolerance SIST EN 1090-2 veljajo za jeklene sestavne dele minimalno razreda 2 (EXC2), razen če ni drugače določeno. Razred tolerance E po SIST EN ISO 13920, preglednica 3, velja za vzporednost in ravnost varjenih profilov. Za lamelne dilatacije je lahko odklik lamel in robnih profilov glede na cestišče največ 1/1000 merske dolžine. Skladnost s tolerancami izdelave je treba preveriti in dokumentirati med in po izdelavi dilatacije v proizvodnem obratu. Za tolerance pri vgradnji glej poglavje 6.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Zahteve po ravnosti v stiku (jeklo/jeklo, ali jeklo/beton) za nedrsne, prednapete vijačne zveze (primer glavnikaških konzolnih dilatacij): Dovoljene so samo vijačne povezave po SIST EN 14399 - Visokotrnostne konstrukcijske vijačne zveze za prednapetje. Standard o jeklenih konstrukcijah (SIST EN 1090) podaja jasne smernice za splošno zasnovo teh mehanskih povezav in navaja, da je največji odmik oz. neravnost dovoljena le do 1 mm - glej sliko 5.4, med dvema komponentama (jeklo/jeklo), ki ju je treba povezati. Upoštevati je treba, da v primeru betonske podlage (jeklo/beton), je lahko ta meja presežena, posebej za dilatacije v obratovanju (nezalita mesta pod jeklenimi ploščami-mehurji zraka, v primeru betonske podlage). Pri podlivanju z betonom (naleganje jeklenih plošč neposredno na beton) je težava neravnost in posledično padec prednapetosti vijakov (kljub dvorednosti vpetja) še bolj izrazita. Vdolbine in neravnine lahko povzročijo pomembne spremembe v statičnem sistemu. Glede na velikost ali zmogljivost dilatacij (manjše, večje) lahko to povzroči več kot dvakratno raztezanje vijaka in s tem padec prednapetost vijaka.

5.1.6 Seznam sestavnih delov

Za vse posamezne sestavne dele je treba v delavniškem načrtu pripraviti preglednico - kosovnico s številkami pozicij na risbah. Navesti je treba naslednje podatke:

- dimenzije posameznih komponent,
- materiali in njihov kakovostni razred,
- specifikacije nestandardnih materialov.

5.1.7 Oznake na dilatacijah

Za oznake na dilatacijah je treba v delavniškem načrtu prikazati tipsko ploščico s podatki, ki se po izdelavi dilatacije pritrdi na vidno mesto, običajno na delu hodniku ali robnega venca. Ta navaja:

- tip dilatacije, proizvajalec,
- naročniška številka, leto izdelave,
- mesto vgradnje, os, nominalni pomiki ali prednastavitev dilatiranja pri +10 °C.

6 Vgradnja dilatacij**6.1 Sistem kontrole kakovosti****6.1.1 Dokazovanje kakovosti proizvodnje s CE oznako za cestne dilatacije (EAD, ETA)**

Evropska tehnična ocena (ETA) je dokumentirana ocena lastnosti gradbenega proizvoda (člen 2, točka 13, uredbe EU št. 305/2011) glede njegovih bistvenih lastnosti, ki so pomembne za predvideno uporabo. ETA - tehnično oceno se izda v skladu z ustreznim evropskim ocenjevalnim dokumentom (EAD, čl. 66 (3), uredbe EU št. 305/2011). Ni več omejitve glede roka veljavnosti.

Bistvene značilnosti gradbenega proizvoda, povezane z osnovnimi zahtevami za objekte (čl. 2, točka 4) uredbe EU št. 305/2011) so predstavljene v ETA in izjavi o lastnostih:

- opis (npr. stabilnost; trdnost ob utrujanju; vidiki trajnosti),
- številčne vrednosti (»raven«, »korak«) (npr. nosilne sile varnostnega sidranja; sile za obnovitev raztezne zmogljivosti; upor proti zdrsu,...),
- kategorija življenjske dobe 10-15-25-50 let: življenjska doba izhaja iz preverjanja odpornosti na utrujanje.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Evropski ocenjevalni dokument (EAD) je harmonizirana tehnična specifikacija. EAD ne pomeni, da je oznaka CE zahtevana za proizvode, ki jih zajema. Obveznost za izjavo o lastnostih (DoP) in oznako CE nastane le, če je ETA na voljo, ko so gradbeni proizvodi, ki jih zajema, dostopni na trgu. EAD se uporabi za nove proizvode, ki niso bili zajeti v prejšnjem ETAG 032. Podlaga: Priloga III uredbe EU št. 305/2011 v povezavi z Delegirano uredbo EU št. 574/2014.

Organ za tehnično ocenjevanje (čl. 29, 30) uredbe EU 305/2011 je organ, imenovan za področje gradbenih proizvodov s strani države članice. V imeniku NANDO, organizacije EOTA, v skupini gradbenih proizvodov po prilogi IV uredbe (EU) št. 305/2011 za dilatacije velja območna koda (PAC) 12.

Vsebina Evropske tehnične ocene (ETA):

- tehnični opis - opis proizvoda,
- predstavitev predvidene uporabe – umestitev v predvideno kategorijo; določitev temperaturnega območja; določitev življenjske dobe v odvisnosti od preverjanja odpornosti na utrujanje; za predvideno obdobje 10-15-25-50 let, brez izjave o garanciji,
- lastnosti proizvoda – sklic na metodo preskusov v EAD; določitev razreda, stopnje oz. z opisom. Predstavitev lastnosti v obliki preglednice (izjava o lastnostih). ETA je skupaj z EAD podlaga, da proizvajalec predloži izjavo o lastnostih DoP. Predstavitev je v opisni obliki, povezana z opisom gradbenega proizvoda, za katerega velja ocenjena zmogljivost,
- ocenjevanje in preverjanje nespremenljivosti lastnosti (sistem AVCP) glede na osnovo (odločba komisije ES). Sistem AVCP 1 v skladu z odločbo 2001/19/ES Evropske komisije,
- priloge (kjer je ustrezno); na primer nabor znakov, preglednice, predstavitev sidrnih sil, informacije o materialu itd.

Certificiranje oz. sistem za ocenjevanje in preverjanje nespremenljivosti lastnosti (AVCP) 1:

- priglašeni organ za certificiranje gradbenih proizvodov, odgovoren za preskušanje vrste proizvoda opravi najprej začetni prvi pregled, kasneje pa redno spremlja ter vrednoti notranjo kontrolo tovarniške proizvodnje. Priglašeni organ v okviru sistema 1 upošteva ETA, izdano za zadevni proizvod, kot oceno učinkovitosti izdelka – točka 1.6 v delegirani uredbi komisije (EU) št. 568/2014 o spremembi priloge V k uredbi (EU) št. 305/2011,
- nadzorni organ je hkrati certifikacijski organ sam ali s podizvajalci,
- organ za certificiranje proizvodov zahteva priglasitev v skladu z načeli uredbe o gradbenih proizvodih za vsako posamezno EAD.

Uporaba dilatacij z oznako CE v Sloveniji

Uporaba cestnih dilatacij v Sloveniji je predpisana s to tehnično specifikacijo in posebej z razpisnimi pogoji posameznega naročnika. Za področje železnic (če so zahtevane enake dilatacije kot za cestne s CE oznako) veljajo podobne zahteve.

a) Pogoji uporabe

- TSPI – PGV.07.107: 2025 - Premostitveni objekti, dilatacije na premostitvenih objektih.

To med drugim vključuje preglednice karakterističnih vrednosti po EAD in zahteve za sidrne oz. povezovalne elemente, ki niso zajeti v ETA.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

b) Predpisi o vgradnji

Ni del certificiranja proizvoda v skladu z uredbo o gradbenih proizvodih. Določbe iz ETAG 032 za oceno ETA ne veljajo več.

Način vgradnje je pogojen s to tehnično specifikacijo in z razpisnimi pogoji posameznega naročnika ter projekta konstrukcije. To med drugim vključuje: gradbene zahteve (širina rege, odtok površinske vode, povezave), transport in skladiščenje; pogoji vgradnje, podatkovni listi.

6.1.2 Spremljanje in dokazovanje kakovosti vgradnje

Dilatacije mora vgrajevati za to usposobljeno osebje pod vodstvom strokovnjaka za dilatacije. Vgrajena morajo biti v skladu s tehnološkim postopkom, ki je predhodno odobren s strani projektanta konstrukcije in nadzornega organa.

Pravilna vgradnja dilatacije mora biti nedvoumno dokumentirana s strani pogodbenika (izvajalca del) s pomočjo fotodokumentacije in predana naročniku.

Za varjenje na jeklenih nosilnih konstrukcijah premostitvenih objektov mora izvajalec varilskih del posedovati dokazilo za izvedbeni razred EXC3 ali EXC4 po SIST EN 1090-2. Dokazilo o izpolnjevanju zahtev je veljavno pod pogojem, če po SIST EN 1090-1 proizvodni obrat predloži potrdila o usposobljenosti za varjenje za izvedbeni razred.

Nadzorni organ mora v času polaganje armature ob dilataciji preveriti, ali položaj oziroma razpored armature omogoča ustrezno betoniranje v skladu s potrjenim tehnološkim postopkom. V primeru pregoste armature, ki bi onemogočala ustrezno zalitje prostora ob dilataciji, zaradi česar lahko nastanejo večja ali manjša betonska gnezda ali celo nepodlita mesta, mora o tem takoj obvestiti projektanta konstrukcije in začasno ustaviti nadaljnje polaganje armature. Če se ugotovi, da položaj armature preprečuje ustrezno in zanesljivo betoniranje (npr. pri več armaturnih palicah ali svežnjih armature položenih ena poleg druge), je treba armaturo preprojektirati na način, da bo zagotovljeno ustrezno betoniranje po prvotnem ali prilagojenim (in potrjenim) tehnološkim postopkom.

Po razopaženju je treba pregledati in preveriti betonsko površino ob in spodaj pod dilatacijo. V kolikor se zazna prisotnost betonskih gnezd ali praznin oz. nepodlitih mest, je treba izvesti detajlni pregled področja dilatacije in ugotoviti približne lokacije in velikosti nepravilnosti. Na osnovi ugotovitev detajlnega pregleda se izdelata ustrezni tehnološki elaborat za zapolnitev votlih mest, ki je pred izvedbo sanacije predhodno potrjen s strani projektanta konstrukcije in nadzornega organa.

Med betoniranjem je treba spremljati, ali je zaščita dilatacije proti onesnaženju ustrezna. V kolikor pride do onesnaženja dilatacije, je treba dilatacijo očistiti, še preden se beton oziroma cementno malta strdi. Posebno pozornost je treba posvetiti čiščenju drsnih površin lamelnih dilatacij iz nerjavne pločevine, da se pri čiščenju preprečijo mehanske poškodbe površine.

Za vse vrste dilatacij je treba izdelati zapisnike o vgradnji dilatacij (glej preglednico 6.1). Zapisniki proizvajalcev dilatacij so običajno prilagojeni za vsak tip in vrsto dilatacije. V določenih primerih se lahko privzamejo tudi ti zapisniki.

6.1.3 Dokumentacija

Izvajalec del mora naročniku ob zaključku del predati naslednje dokumente:

- zapisnike o vgradnji dilatacij,
- kontrolne liste notranje kontrole za vsako dilatacijo,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- zapisnik z rezultati ničelne (začetne) meritve,
- potrdilo o nadzoru vgradnje,
- delavniške (izvedbene) načrte,
- varilne načrte z detajli zvarov,
- dobavnice,
- načrt dispozicije dilatacij (načrt dilatiranja),
- načrt prednastavitev dilatacij,
- zasnovo vzdrževanja in zamenjave dilatacij,
- fotodokumentacijo dokazil o vgradnji dilatacij,
- krivulje obtežba – pomik za blazinaste dilatacije (če je bilo to zahtevano s projektom konstrukcije).

To storitev je treba zagotoviti v okviru pogodbe.

Poleg te dokumentacije mora izvajalec del predati tudi vso dokumentacijo, ki je povezana z ugotavljanjem napak pri vgradnji dilatacij ter njihovo odpravo.

6.1.4 Zunanja kontrola kakovosti pri proizvodnji in vgradnji

Naloge zunanje kontrole kakovosti (za proizvajalca) sestavljajo najprej začetni pregled dilatacije v proizvodnji, začetni pregled in notranja kontrola proizvodnje, stalno spremljanje, ocenjevanje in priznavanje kontrole proizvodnje. To je naloga proizvajalca pred dobavo dilatacije kupcu.

Za nadzor tretje osebe na gradbišču pred in med vgradnjo dilatacije mora naročnik gradnje skleniti dodatno pogodbo o nadzoru z akreditiranim inštitutom za preskušanje materialov in konstrukcij v Sloveniji, glej spletno stran slovenske akreditacije <https://www.slo-akreditacija.si/>.

Začetni, tipski pregled dilatacije v proizvodnji

O vrsti in zahtevanem obsegu začetnega, tipskega pregleda dilatacije se morata dogovoriti zunanji nadzorni organ (za proizvajalca) in preizkuševalec, ki mu je zaupan individualni ali redni preizkus.

Začetni pregled proizvodnje in notranja kontrola proizvodnje

V skladu z načrtom nadzora mora zunanji nadzorni organ (za proizvajalca) zagotoviti, da je proizvodni obrat primeren, zlasti glede osebja, opreme in notranjega nadzora proizvodnje, da zagotovi neprekinjeno in pogodbeno dogovorjeno proizvodnjo dilatacij.

Stalno spremljanje, ocenjevanje in priznavanje kontrole proizvodnje

Nadzorni organ tretje strani mora izvajati nadzor v proizvajalčevi tovarni vsaj enkrat letno (sistem 1); za pogostost glej tudi ETA. Dokazati je treba, da je sistem tovarniške kontrole proizvodnje in vzpostavljene proizvodne procese mogoče vzdrževati ob upoštevanju načrta kontrole. Za vsak posamezen preizkus je treba izvesti zunanji nadzor kot del pripadajočih gradbenih del v proizvodnji.

Sprotno spremljanje in ocenjevanje notranje kontrole proizvodnje je treba izvajati v skladu z načrtom kontrole.

Rezultate tekočega nadzora je treba na zahtevo zunanje kontrole kakovosti (za vgradnjo) oz. na zahtevo naročnika dilatacij predložiti tudi pooblaščenim za preskušanje konstrukcij.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.1.5 Dokazovanje kakovosti proizvodnje in vgradnje za železniške dilatacije brez CE oznake**

Sistem kontrole varnosti in tveganja za pomembne dele infrastrukture-objektov nizke gradnje na železnicah (npr. posebej kompenzacijske dilatacije viaduktov s tirom na togi podlagi kot del zgornjega ustroja-tirnic) temelji tudi na zahtevah Uredbe o skupni varnostni metodi (CSM – ocene železniške infrastrukture) ter TSI za interoperabilnost. Oceno opravi akreditirano neodvisno ocenjevalno telo po CSM-VO 402/2013 (primer za avstrijske železnice glej na sliki 6.1). Sicer pa posamezne zahteve za sestavne dele naprav temeljijo poleg TSI INS 2008 tudi na zahtevah posameznih članic železniškega sistema EU. V Sloveniji veljajo za varnostne zadeve zahteve AŽP oz. za dilatacije po tej TSPI specifikaciji:

Vsi jekleni deli in pritrdilni elementi, kot so plošče, vijaki, varilna polnila itd., morajo ustrezati seznamom gradbenih predpisov ali obvestilom o soglasju upravljavca (npr. SŽ Infrastruktura). Za plošče in profile iz S235, ki imajo navadno le nosilno ali pokrivno funkcijo, zadostuje tovarniški certifikat 2.2 po SIST EN 10204.

Za dele iz nerjavečega jekla je potreben certifikat 3.1 v skladu s SIST EN 10204. Te certifikate o skladnosti mora hraniti proizvajalec dilatacije in jih dati na voljo in pregled na zahtevo.

Za elastomerni material v skladu s preglednico 6.3 mora proizvajalec kupcu predložiti potrdila o prevzemnem preskusu 3.1 v skladu s SIST EN 10204.

Potrdila morajo vsebovati identifikacijske številke, ki jih je mogoče jasno pripisati končnemu proizvodu.

Izvajalec mora pred dostavo dilatacij mesto vgradnje predložiti pisno izjavo o skladnosti (izjava o skladnosti v obliki izjave proizvajalca), v kateri je poleg uporabe in skladnosti z najpomembnejšimi navedenimi tudi tehničnih predpisov (npr. nemški Ril 804), je potrjena skladnost z osnovnimi risbami in izvedbenimi dokumenti.

Vsak element, ki ga proizvajalec pošlje na mesto vgradnje, mora spremljati „poročilo o pregledu delavniške dokumentacije“ organizacije za zagotavljanje kakovosti naročnika ali inženirja, s tem potrjuje, da so zahteve iz proizvodnih dokumentov in priznana tehnološka pravila izpolnjene.

Potrdilo med drugim izkazuje, da je bila izvedba opravljena po načrtih, ki so bili preverjeni in odobreni za izvedbo, na voljo so bila vsa zahtevana potrdila o preizkusu materiala, zvari preskušani ter izpolnjujejo predpisane zahteve glede kakovosti, protikorozijska zaščita pravilno izvedena.

Za vse vrste pokritih blazinastih dilatacij je treba izdelati zapisnike o vgradnji dilatacij (glej preglednico 6.2). Za kompleksne železniške dilatacije je treba uporabiti zapisnike proizvajalcev, ki so specifični glede na zasnovo dilatacij (npr. kompenzacijske dilatacije zgornjega ustroja - tir na togi podlagi).

6.2 Meritve za cestne dilatacije

Meritve za cestne dilatacije se izvedejo najprej v okviru začetnega preskusa za pridobitev ETA, kasneje pa (po potrebi) kot verifikacija. Poleg tega se izvedejo še meritve na terenu, po vgradnji dilatacije. Za dokaz nosilnosti pri pridobitvi ETA ocene se lahko na podlagi terenskih meritev izvedejo tudi računalniške simulacije.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.2.1 Meritve pri začetnih preskusih**

Za cestne dilatacije veljajo zahteve za meritve po ETAG 032 in EAD. Preskusne obtežbe so določene s statičnimi izračuni ob upoštevanju delnih varnostnih faktorjev. Rezultate meritev je treba obravnavati kot vhodne vrednosti za matematične verifikacije.

Dokaz vodotesnosti dilatacije

Postopek eksperimentalne verifikacije mora potekati v skladu z EAD 120109-00-0107, priloga D.4 in velja za vse vrste cestnih dilatacij. Posebej za lamelne dilatacije se zmožljivost pomikov preverja po EAD 120113-00-0107, poglavje 2.2.7.

Zmožljivost pomikov

Eksperimentalna metoda preverjanja mora biti v skladu z EAD 120109-00-0107, priloga D.3, in velja za vse vrste konstrukcij cestnih dilatacij. Posebej za lamelne dilatacije se zmožljivost pomikov preverja po EAD 120113-00-0107, poglavje 2.2.4.

Dokaz nosilnosti z meritvami

Za konzolne glavnikaste dilatacije poteka dokaz po EAD 120111-00-0107, dodatek B. Preskusni vzorci so obremenjeni kot 100 % MSN.

Za lamelne dilatacije poteka dokaz po EAD 120113-00-0107, poglavje 2.2.1.

Preverjanje odpornosti na utrujanje

Za lamelne dilatacije poteka dokaz po EAD 120113-00-0107, poglavje 2.2.2.

Raztros meritev na preskusnih vzorcih neizogibno vodi do vrste variacij. To pomeni, da je treba na podlagi preskusov dokazati odpornost na utrujanje na vsaj 3 preskusnih vzorcih z najmanj 5×10^6 obtežnimi cikli. Na nobenem preskusnem vzorcu se ne sme pojaviti napaka. Za jeklo je možno zmanjšanje do 2×10^6 obtežnih ciklov s povečanjem preskusne obremenitve ob upoštevanju naklona $m=3$ za krivuljo utrujanja.

Preverjanje potresne obtežbe

Za lamelne dilatacije poteka dokaz po EAD 120113-00-0107, poglavje 2.2.3.

Obstojnost in funkcionalnost

Za življenjsko dobo kategorije 4 veljajo zahteve za meritve po ETAG 032 ali EAD. Življenjska doba vseh sestavnih delov jeklene konstrukcije in sidrnih elementov mora biti razvrščena v kategorijo 4. Zamenljivi obrabni deli iz elastomera imajo lahko kratko življenjsko dobo.

Pri meritvah obstojnosti je za Slovenijo upoštevati delovne temperature od -30°C do 45°C .

Meritve debeline premazov protikorozijske zaščite (jeklene dilatacije)

Debeline posameznih slojev premaznega sistema je treba preveriti kot suhe sloje (filme) po SIST EN ISO 2808. Pri tri ali štiri slojnih premaznih sistemih je skupna debelina lahko presežena za 10 %, pri eno- in dvoslojnih sistemih pa za 20 %. Debelejši sloji niso dovoljeni, ker se lahko premazi luščijo ob mehanskih udarcih.

6.2.2 Meritve na terenu pred in po vgradnji dilatacijeMeritve ravnosti priključnega asfalta in lega dilatacije

Pred in po vgradnji je pomembna namestitvev oz. lega dilatacije, posebej jeklene. Za ta namen se ravnost asfaltnega priključnega pasu in merjenje nivelmana asfaltne sloja izmeri glede na cestno dilatacijo z letvijo dolžine 4 m (Al letev) in kalibriranim merilnim klinom, po specifikaciji SIST EN 13036-7. Pri lamelnih ali konzolnih glavnikastih dilatacijah s širino nad 1

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH

m je treba letev ustrezno podaljšati in izvesti enak postopek. Meritev je treba opraviti najmanj enkrat na vozni pas, vzporedno z osjo ceste (glej sliko 6.2). Na vsakem merilnem mestu je treba opraviti tri meritve v smeri vožnje. Za oceno je odločilna najbolj neugodna vrednost, ki jo je mogoče določiti:

- prvo meritev je treba opraviti pred dilatacijo, pri čemer je konec letve postavljen pred dilatacijo,
- pri drugi meritvi mora biti letev postavljena sredinsko nad dilatacijo,
- tretjo meritev je treba opraviti za dilatacijo, pri čemer je začetek letve postavljen za dilatacijo.

Ocena neravnin pred in za dilatacijo:

- za prvo in tretjo meritev je dovoljeno največ 4 mm,
- za drugo meritev (meritev na sredini dilatacije za h_2 - glej sliko 6.3) velja:
- največji dovoljeni odmik od postavljene letve do dilatacije oz. asfaltne površine je 8 mm,

pri merjenju je treba upoštevati odstopanja od ravnine med dvema nosilnima točkama letve, pa tudi med koncema letve in cestiščem.

Meritev predpisane lege vgrajene dilatacije in tolerance

Meritev lege vgrajene dilatacije se opravi z geodetskim prevzemnim posnetkom:

- zunanja geometrija dilatacije,
- notranja geometrija dilatacije

Geodetska toleranca GT je sestavljena iz izvedbene tolerance IT in geodetske tolerance.

MT

$$GT^2 = IT^2 + MT^2$$

Vrednotenje tolerance

Toleranca GT je presežena, če izvedba vgradnje (utor, podložni elementi, konstrukcija dilatacije ipd.) ob upoštevanju geodetskih toleranc odstopa za več kot tolerance geodetske sprejemljivosti v skladu s specifikacijami.

Ocena se opravi na podlagi geodetskega prevzemnega posnetka.

Preseganje tolerance

Preseganje tolerance GT predstavlja napako. Zahteva po odpravi napak pomeni nov geodetski prevzem s preverjanjem toleranc geodetskega prevzema v skladu s to smernico.

Preskusne točke so opredeljene na naslednji način:

- v osi dilatacije z razmakom točk 1,30 m in

- pravokotno na os dilatacije na robnih točkah dilatacije (levo, desno).

Toleranca GT za navpično razdaljo srednje preskusne točke do referenčne tetive je:

- 3 mm ≤ TG ≤ +3 mm.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIHMeritev temperature konstrukcije objekta za določitev prednastavitve dilatacije

Meritev temperature objekta pred vgradnjo dilatacije je potrebna, če prednastavitev dilatacije v tovarni ni skladna z dejanskimi temperaturami na terenu.

Prednastavitev dilatacije je treba izvesti v skladu s specifikacijo načrta gradbene konstrukcije za specifično temperaturno območje konstrukcije. Neposredno pred vgradnjo dilatacije oziroma dokončnim pritrditvijo dilatacije je treba določiti trenutno povprečno temperaturo konstrukcije objekta ter zraka ob dilataciji (1 m nad voziščem). Upoštevati je treba različne porazdelitve temperature (npr. zasenčena območja).

Če je temperatura konstrukcije objekta v času vgradnje dilatacije izven temperaturnega območja, ki ga predvideva načrt, je treba privzeto nastavitve ustrezno popraviti. Za to mora pomožna konstrukcija omogočati spreminjanje privzete nastavitve. Popravek lahko izvede le proizvajalec v dogovoru s projektantom konstrukcije.

Meritev se opravi na več mestih premostitvenega objekta. Pri betonskem objektu velja priporočilo, da je treba meritev površinske temperature betona opraviti (glej sliko 6.4):

- prvo meritev je treba opraviti pred dilatacijo v kotu gradbene odprtine na mestu krajnega opornika,
- drugo meritev je treba opraviti v kotu med steno in tlemi krajnega opornika na mestu kontrolnega hodnika,
- tretjo meritev je treba opraviti za krajnim opornikom, na steni pod prehodno ploščo (zemeljski klin še ni izveden).

Meritev širine gradbene odprtine

Pri vgradnji manjše lamelne dilatacije (npr. D160) je za kasnejše vzdrževanje pomembna tudi začetna odprtina pri vgradnji t.i. gradbena rega ali odprtina konstrukcije (med prekladno konstrukcijo in steno krajnega opornika ali med prečnikoma). Potrebna je meritev širine (najmanjše) odprtine, saj v določenih primerih, kjer je predvideno redno vzdrževanje ne samo od zgoraj, ampak tudi od spodaj, je to zelo pomembna meritev. V teh primerih je treba ugotovljeno najmanjšo širino preveriti v specifikaciji tipa dilatacije (ETA).

Meritev vzporednosti vmesnih lamel z robnima profiloma dilatacije ali samo robnih profilov z eno rego

Pri ponovni prednastavitvi jeklenih dilatacij z eno ali več regami (lamele) je treba preveriti vzporednost profilov in poravnanoost koncev jeklenih delov (lamel, robnih profilov). Določeni proizvajalci dilatacij imajo za ta namen na vmesnih lamelah in robnih profilih udarne točkovne oznake v jeklu, da je možno s prečno letvijo preveriti pravokotnost-vzporednost lamel. S to meritvijo se izognemo strižni namestitvi lamel (glej sliko 6.5).

Meritev odklona oz. lege dilatacije na pogoje vgradnje

Pred vgradnjo dilatacije je treba preveriti geometrijo dilatacije, njen položaj v gradbeni jami, naklone. Enako opraviti po betoniranju in sprostitvi vseh začasnih konstrukcij. Vzdržni in prečni sklon postavljene dilatacije glede na vozišče objekta preveri geometer z meritvijo z nivelmanom. Vsa odstopanja od toleranc iz delavniških načrtov je treba najprej zabeležiti v kontrolni list dilatacije, nato pa izvesti popravke na terenu.

Meritev hrupnosti dilatacij v času uporabe (prometna obtežba)

Težek tovorni promet običajno pri prehodu čez cestno dilatacijo povzroča dodaten hrup, v višini prirastka do 8 dB(A) zaradi impulznega hrupa. Meritve je treba opraviti pred in po opravljenih posebnih ukrepih zaščite pred hrupom na več merilnih lokacijah. Meritev naj obsega daljše

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH

časovno obdobje. Meriti je treba ekvivalentno raven hrupa L_{eq} v dB(A), na najbolj problematičnem mestu, tik ob odprtinah spodaj ali na vrhu cestišča ob dilatacijah, pa tudi na ostalih oddaljenih merilnih lokacijah na terenu in ob stanovanjskih objektih. Iz primerjave merilnih rezultatov, ki so bili opravljeni pred in po posameznem posegu za zmanjšanje hrupa dilatacij, mora biti razvidno, da se obremenitev s hrupom po izvedbi protihrupne zaščite bistveno zmanjša – ekvivalentna raven hrupa L_{eq} se mora zmanjšati v povprečju vsaj za 10 dB(A) ob izvoru hrupa, medtem ko se maksimalne ravni (pri prevozu težkih tovornjakov) morajo zmanjšati za 14 dB(A), da so protihrupni ukrepi izvedeni v skladu s pričakovanji. Meritve opravi za to specializiran akustični laboratorij po predhodnem programu. Več o ukrepih v podpoglavju 7.1 Vzdrževanje cestnih dilatacij.

Splošne zahteve za merilno mesto (glej še sliko 6.6):

Za zagotovitev objektivne ocene emisij hrupa cestne dilatacije so določeni pogoji merilnega mesta, pri katerih emisije hrupa med prehodom vozil nimajo pomembnega vpliva. Če lokalne razmere odstopajo od spodaj opredeljenih pogojev, je treba to zabeležiti v protokolu in upoštevati vpliv na rezultate meritev:

- največja dovoljena hitrost na območju merilnega mesta mora biti med meritvijo $v_{max} = 130$ km/h,
- zagotovljeno mora biti prosto širjenje zvoka vzdolž merilne točke. Izogibati se je treba motnjam, ki jih povzročajo zvočne pregrade, pobočja, prekomerna vegetacija itd. Stene do višine 1,0 m so praviloma neškodljive. V bližnjem območju merilnega preseka (5 m na vsaki strani merilnega preseka) morajo biti odboji preprečeni z zvočno izoliranimi pokrovi.
- v neposredni bližini merilnega mesta mora biti odstavni pas ali odstavna niša,
- razdalja, znotraj katere je merilna točka, mora imeti najmanjši možni vzdolžni sklon ($\leq 2\%$),
- linija trase mora biti čim bolj raztegnjena (idealno ravna),
- cestna površina mora biti v času merjenja suha.

6.2.3 Meritve in računalniške simulacije na cestnih dilatacijah

- ocena meritev odziva lamelnih dilatacij pod prometom:
 - lastne frekvence,
 - hitrosti tovornjakov,
 - ustrezne hitrosti,
 - dinamična ojačitev,
 - faktor dviga,
 - horizontalni prenosni faktor,
 - razmerje vodoravnega odziva,
 - razmerje navpičnega dušenja,
 - dolžina dinamičnega odtisa kolesa,
 - dolžina statičnega odtisa kolesa.
- meritve in simulacija odzivov konzolnih-glavnikastih dilatacij pod prometom:
 - merska in računrska določitev vrednosti k (razmerje med zgornjo in spodnjo napetostjo zaradi povratnega nihanja),
 - določanje lastnih frekvenc in koeficienta dušenja,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- meritev pomikov in račun notranjih sil za fleksibilne dilatacije.

6.3 Meritve za železniške dilatacije**6.3.1 Meritve za železniške dilatacije za tir na togi podlagi (kompenzacijske plošče, drsne pragovne dilatacije)**

Meritve kompenzacijskih plošč ali posebnih lamelnih dilatacij pri tiru na togi podlagi se izvedejo le za ležišča teh mehanizmov.

Pri oceni meritev veljajo pravila Ril 804.5101, razen če ni drugače določeno:

- zračnost pri osni obremenitvi 250 kN ne sme biti večja od 1 mm. To je namenjeno zmanjšanju prekomerne napetosti v tirnicah in podpornih točkah tirnic zaradi navpičnega pomika.
- ležišča je treba preskusiti pod tlačno silo 125 kN za dodane, fiktivne skupne drsne razdalje najmanj 10000 m in za zasuke 5 ‰ od končnega tangentnega kota nadgradnje.

Skupni pomiki (zračnost) po tiru morajo biti omejeni z vodoravnimi ležišči na 1 mm.

6.3.2 Meritve vodotesnosti za pokrite in zaprte železniške dilatacije

Za preverjanje funkcionalnosti pokritih in zaprtih dilatacij na kraju samem je treba opraviti tudi preskuse vodotesnosti. Preskuse je treba opraviti 3-4 dni neposredno pred namestitvijo tirne grede-lomljenca. Za izvedbo preskusa vodotesnosti je treba naliti vsaj 1000 litrov vode v korito vsake opažene pokrite dilatacije za čas 15 - 20 minut, pri čemer je treba paziti, da se voda enakomerno porazdeli po celotni dolžini dilatacije vozišča in na hodnikih. Preskus se bo štela za uspešno opravljenega, če bo ob koncu namakanja vsa voda stekla skozi obrobo in če na koncih krova ni bilo zaznanih puščanj. Vsak preskus, tako pozitiven kot negativen, morata nadzornik in izvajalec skupaj zabeležiti v zapisniku, pri čemer morata za vse negativne preskuse navesti tako ugotovljene napake kot njihove lokacije. V vsakem primeru uspešen izid preskusov izvajalca ne bo oprostil odgovornosti za kakršno koli prihodnjo izgubo vodotesnosti dilatacij, ki je posledica malomarnosti pred in med vgradnjo tirne grede - lomljenca.

6.3.3 Meritve elektroupornosti za železniške dilatacije

Dilatacije (predvsem blazinaste) morajo biti že v osnovi dielektrične po svoji sestavi in ne po dodatnih ukrepih (dokaz z meritvijo elektroupornosti), ki jih je treba izvesti na lice mestu, delovati morajo kot električni izolatorji, ki preprečujejo prehod blodečih tokov. Ta lastnosti bodo najprej preverjene v tovarni, ko bodo dilatacije sestavljene, nato še na objektu. Pri vgradnji je treba paziti, da so sidrni vijaki dielektrični na način, da se vrtine zapolnijo z dielektričnimi maltami in distančniki.

Terenski preskus elektroupornosti dilatacije obsega merjenje izolacijskega upora, z metodami italijanskih železnic CEI 15-23 (EN 62631-3-1), "Metode za merjenje volumske in površinske upornosti trdnih električnih materialov", na modelu po vgradnji dilatacije vendar pred vgradnjo tirne grede - lomljenca. Preskus je pozitiven, če izolacijska upornost, ki se nanaša na meter dilatacije, merjeno z uporabo elektrod na dveh nasprotnih srednjih sidrnih sponkah, po eni minuti preskusne napetosti ima vrednost, enako ali večjo kot navedeno v preglednici 6.4.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.4 Dostava in vgradnja****6.4.1 Dostava cestnih dilatacij**

Jeklene dilatacije so dostavljene na mesto vgradnje ali v skladišče običajno v celoti, v dolžini ali prerezu. Togost dilatacije pri dostavi s cestnim tovornim vozilom zagotavlja pomožna jeklena konstrukcija, tudi za namen skladiščenja in vgradnje, tako da prečni profili ohranjajo pravilen položaj vgradnje in strokovno razkladanje. Obešalne točke za dvig in nalaganje so označene z barvo, položaj namestitve je označen in skupna masa vsake konstrukcije je navedena na ločenih obešalnih ploščah ali nalepkah. Konstrukcija mora biti ustrezno skladiščena na gradbišču, tj. položena na ustrezno podlago (na lesene gredice). Če se delo izvaja samo z enim delom dvizne opreme, nosilne zanke ne smejo preseči kota 45°; glej sliko 6.8. Dilatacija se pred poškodbami in umazanijo dodatno zaščiti še z dobro zračenimi ponjavami. Poškodbe je treba takoj prijaviti proizvajalcu in jih popraviti pred vgradnjo.

Polimerne fleksibilne dilatacije so običajno dostavljene po sestavnih delih (vezivo, polnilo, armatura, priključni ali sidrni elementi).

Za konzolne glavnikaste dilatacije še velja: Po dostavi preveriti, ali so vsi sestavni deli v skladu z delavniškim načrtom in ali so dobavljene vse količine po dobavnici. Dostava dilatacije je možna v enem kosu (običajno) ali v več kosih glede na zahteve terminskega in operativnega načrta gradbišča. Dilatacija je dostavljena s transportnimi kotniki in transportnimi nosilci (rumeno pobarvani). Dilatacija je tovarniško dobavljena z že montiranim elastomernim koritom, vključno z drenažnim lijakom oz. lovilnim žlebom za povezavo z drenažnim sistemom objekta. Opcijsko naročeni hodniški elementi so dostavljeni ločeno na paletah. Transportne opore so nameščene na zunanjih koncih in vmes na razdalji 2 m. Nadalje so med transportnimi nosilci pritrjeni dodatni jekleni kotniki za stabilizacijo in pritrditev dilatacije. Za razkladanje pritrditi vrvi na rumeno označenih dviznih točkah. Razkladanje mora potekati čim bolj previdno (brez sunkov).

6.4.2 Dostava železniških dilatacij

Zaprte blazinaste in odprte jeklene dilatacije so dostavljene na mesto vgradnje z drezinami (pri vzdrževanju ali zamenjavi) oz. za novogradnje ali v skladišče s cestnim tovornim vozilom običajno po delih tako po dolžini kot prerezu. Izjema so lahko jekleni spodnji sidrni deli z robnimi čeljustmi ter kompenzacijske plošče ali pa lamelne dilatacije, ki se dostavi v celoti, v enem kosu. Drсна pragovna dilatacija tipa Maurer je dobavljena s posebej razvitim transportnim okvirjem (glej sliko 6.9). Znotraj okvirja je mogoče pragove premakniti v vzdolžni smeri, da se omogoči hitra ter preprosta prilagoditev gradbeni odprtini pri vgradnji. Za polimerne fleksibilne dilatacije velja enako kot pri cestnih dilatacijah, dostava je s sestavnimi deli. Za prevoz teh dilatacij ni posebnih zahtev, razen da je blago na paletah, povezano s trakastimi zategami. Blago mora imeti vidne oznake oz. etikete (dobavnica) ter zaščiteno pred atmosferilijami. Naprave za pritrjevanje med transportom morajo biti oblikovane tako, da se pri odstranitvi ne poškoduje protikorozijska zaščita. Če se ista naprava uporablja tudi za pritrditev prednastavitve, mora biti pritrjena tako, da jo je po premiku mogoče sprostiti in odstraniti od zgoraj. Transportne in prednastavitvene naprave morajo biti oblikovane v vpadljivi barvi. Če je dilatacija razstavljena ali dostavljene po delih, jih mora sestaviti proizvajalec ali zanj ustrezno usposobljeno osebje. Dilatacije je treba skrbno in strokovno raztovoriti in po potrebi začasno shraniti na primerni površini. Skladiščenje mora biti izvedeno tako, da se dilatacije ne poškodujejo ali onesnažijo zaradi vremenskih razmer, gradbenih del v teku ali zaradi gradbiščnega prometa.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**6.4.3 Vgradnja cestnih dilatacij**Vgradnja jeklene lamelne dilatacije v gradbeno odprtino-splošno

Velikost gradbene odprtine za dilatacijo je vnaprej določena že po opaznem načrtu gradbene konstrukcije ali po proizvajalčevih delavniških načrtih in dovoljenjih in jo je treba ustrezno pripraviti. Vedno upoštevati dovolj veliko gradbeno odprtino na podlagi določene prednastavitve rege ali reg dilatacije ter za kasnejše vzdrževanje (preostala rega gradbene konstrukcije dovolj široka, da je možno popravilo »od spodaj«). Tik pred vgradnjo je treba še enkrat preveriti dimenzije gradbene odprtine in po potrebi popraviti. Površine gradbene odprtine morajo biti obdelane kot pri delovnih regah (zagotovljena hrapavost).

Konstruktivska povezava mora biti izvedena v skladu s pravili armirano betonskih ali jeklenih konstrukcij. Pred vgradnjo je treba zagotoviti dobro povezovalno armaturo po celotnem stiku. Upoštevati je treba, da so običajno sidrne zanke na robnih profilih nameščene pravokotno glede na dilatacijo. Pričakovana odstopanja iz te smeri so dovoljena samo v območju $90^\circ \pm 20^\circ$ (glej sliko 6.10). Ker je sidrna ojačitev konstrukcije vzporedna s sidrnimi zankami, je treba to upoštevati že pri načrtovanju konstrukcije in kontrolirati na lokaciji.

Pod prečno škatlo lamelne dilatacije je treba zagotoviti ojačitev v obliki armaturne mreže ali zanke kot ojačitev proti razcepu. Za ustrezne podatke glej delavniški in vgradni načrt dilatacije.

Dilatacijo je treba z ustreznim dvigalom namestiti v gradbeno odprtino, nato jo izravnati na zahtevano višino in vzporedno z vzdolžnim in prečnim sklonom gradbeni konstrukcije ali vozišča. Robne profile je treba skrbno poravnati vzdolžno glede na tloris in na naris. Upoštevati je treba specifikacije višinskega položaja prereza glede na površino vozišča (3-5 mm pod niveleto vozišča za lamelne dilatacije, za konzolne glavnikaste pa izjemoma poravnano z voziščem).

Ko je jeklena lamelna dilatacija poravnana, se navpične ojačitve privari na straneh škatle s prečnimi drogovi kot pomožna podpora, sidrne zanke in moznike za glave vijakov škatle s prečnimi drogovi pa se privari z obstoječo armaturo. Pri tem paziti, da varjenje med sidrnimi zankami in armaturo najprej poteka samo na eni strani. Na drugi strani dilatacije dodati konstrukcijsko jeklo za vodoravno sidranje moznikov glav vijakov ali pri vsaki od prvih sidrnih zank ob strani prečnih škatel. Z varjenjem preostalih sider z armaturnimi zankami se dilatacija pritrdi v končni položaj. Po pritrditvi na armaturne zanke mora dilatacija prenašati nastajajoče pomike gradbene konstrukcije brez vpliva na kasnejšo vgradnjo betona.

Vgradnja betona ob lamelni dilataciji-splošno

Po podani specifikaciji betona v projektu izvajanja betonske konstrukcije (PIBK) pripraviti dilatacijo za vgradnjo. Najprej je treba zatesniti vse odprte rege jeklenih stikov dilatacije in odprtine pod opazem v gradbeni odprtini, da ne pride do iztekanja cementnega glena ali celo betona. Posebno so občutljiva mesta okrog škatel oz. v škatlah, kjer so ležišča za prečne grede (lamelne dilatacije). Za tesnjenje stikov je uporabiti samolepilne plastične trakove, za tesnitev odprtin pa je potrebna nabrekajoča pena. Včasih je opazna pločevina debela le 1,5 mm. V tem primeru je treba zagotoviti še dodatno oporo z deskami in gredicami, sicer beton pri betoniranju razmakne pločevino. Po tesnitvi je možno začeti z vgradnjo betona. Poleg že znanih načel o začetku betoniranja (ne v dežju, ne v mrazu in ne pri sončni pripeki), je treba zagotoviti tudi ustrezna sredstva za zgoščanje ali poravnavo litega betona (običajno iglični vibratorji premera 40 mm ali v primeru redke armature tudi do 57 mm ter veriga). Posebno je pomembna hitrost oz. pogostost vstavitve-izvleka igle iz betona, posebej pri aeriranem, klasičnem betonu. Če obstoji nevarnost, da se zračni mehurji niso odzračili izpod širokih škatel, ali so se nakopičili pod rob jeklenega profila ali v vogale, uporabiti členasto jekleno verigo in podrsati po spodnji stranici škatle ali pa npr. ponovno vstaviti iglo pod pasnico robnega profila pazljivo opazovati pri odzračevalni luknji, če mehurji zraka še izhajajo. Če še, je potrebno dodatno zgoščanje.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Beton mora po zaključku vgradnje biti poravnan z višino zgornje pasnice. Ker je postopek podlivanja včasih dolgotrajen in mukotrpen, se doslednost pri betoniranju kasneje bogato obrestuje. Praksa je pokazala, da dilatacija običajno najprej odpove zaradi slabo zalitih mest. Zaradi tega kontrolni mehanizem oz. dilatacija v celoti preide v resonanco, ležišča, drsni tečajji, vijaki začnejo izpadati, jekleni zvari ali profili pokajo, asfalt se na vozišču drobi in odstopa. Življenjska doba dilatacije se s tem bistveno skrajša.

Vgradnja jeklene konzolne glavnikaste dilatacije v gradbeno odprtino-podrobno

Pred namestitvijo dilatacije preveriti širino in globino gradbene odprtine ter dolžino vozišča in hodnikov. Posebno pozornost je treba posvetiti povezovalni armaturi (vključno z dodatno armaturo) na vozišču in hodniku, da bo zadostna in da bo medsebojna razdalja skladna po delavniškem načrtu dilatacije. Pomembna sta tudi niveleta in naklon dilatacije tako v vzdolžni kot prečni smeri, kar je razvidno iz opaznega načrta. Preveriti ali se tovarniška prednastavitev (glej sliko 6.11) ujema s temperaturo gradbene konstrukcije (srednja vrednost med temperaturo na površini in dnom prekladne konstrukcije – glej sliko 6.4). Če ni, je treba prednastavitev prilagoditi na gradbišču po postopku, opisanem v nadaljevanju.

Dvig dilatacije mora biti brez sunkov. Pred spuščanjem dilatacije je treba vijake in transportne nosilce odstraniti. Dilatacijo je treba s pomočjo vitlov približno poravnati v gradbeni odprtini. Transportne kotnike, privijačene na plošče z glavniki, je treba postopoma zamenjati z zelo dolgimi vgradnimi kotniki (ali U-profilii), ki morajo ostati pritrjeni na dilataciji med betoniranjem. Natančen položaj prilagoditi s pomočjo lesenih gredic in klinov. Nosilna in toga povezava (npr. z armaturnimi sidri – glej sliko 6.12) mora biti vedno izvedena ena za drugo na prekladni konstrukciji in na krajnem oporniku. Ustrezen prosto gibljiv konec drsi med dvema PE podložkama, ki sta dodatno namazani s silikonom, da omogočata neovirano gibanje.

Na spodnji strani jeklene podkonstrukcije so med sidrnimi vijaki privarjene navpične armaturne palice $\varnothing 16$ mm, pripravljene za povezavo z armaturo gradbene konstrukcije. S temi armaturnimi palicami s pomočjo razdelilnih palic, vzporednih z osjo dilatacije, je treba vzpostaviti togo povezavo z armaturo gradbene odprtine oz. spodnje ali prekladne konstrukcije. Tako na krajnem oporniku in na prekladni konstrukciji mora biti vsaj vsakih 0,5 m zagotovljen trden zvar, da se zagotovi dobra pritrditvev, zlasti med betoniranjem.

Za tesnitev gradbene odprtine ima dilatacija običajno spodaj tovarniško pritrjene pocinkane opažne jeklene plošče. Na spodnjem koncu opaža je pritrjen gumijasti profil, ki omogoča tesnjenje ob konstrukciji. Pri večjih neravninah dodatno uporabiti še PU peno. Na zgornji strani dilatacije je treba še zatesniti odprtine za prednapete sornike do zgornje površine podložke, kot tudi rege okoli plošč z glavniki do polovice z dvokomponentno zalivno elastično maso.

Vgradnja betona ob konzolni glavnikasti dilataciji-podrobno

Betoniranje (s samozgoščevalnim (SCC) betonom) začeti na najnižji točki na razdalji vsakih ≤ 6 m (zaradi možnosti segregacije - glej sliko 6.13) mora biti nameščena polnilna cev (npr. cev DN150 ali DN200). Opaž je popolnoma zapolnjen šele, ko beton izteče iz odzračevalnih lukenj. Nato je treba odzračevalne luknje zapreti s pokrovčki, morebitne prelive betona odstraniti z jeklenih površin. Po strjevanju betona se lahko opaž odstrani. Betonska jedra v polnilnih ceveh je treba odstraniti. Vijačne vgradne kotnike (U-profile), vključno z vijaki, je treba odstraniti in vrniti proizvajalcu dilatacije. Vsa nadaljnja zaključna dela kot hidroizolacija, asfaltne plasti, hodniki lahko temu sledijo. Po strjevanju betona približno na 80 % karakteristične tlačne trdnosti se dilatacija lahko prepusti prometu.

Vgradne tolerance

Pri vgradnji cestne dilatacije je pomembno paziti na poravnanost osi dilatacije z osjo gradbene odprtine ter na višino in naklone v vzdolžnih in prečnih sklonih cestišča. Pri gradbiščnih naknadnih stikih je natančna povezava sosednjih elementov običajno zagotovljena z

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

začasnimi montažnimi pripomočki. To zagotavlja natančno nadaljevanje zaključka enega dela glede na položaj, višino in naklon drugega dela. Jeklen tesnilni robni profil mora biti poravnana z zgornjim betonskim robom prekladne konstrukcije ali krajnega opornika, tako da se vozišče lahko približa dilataciji brez večje oslavitve. Stopničasti višinski odmik na dostopni površini med jeklenimi profili ne sme biti pod obremenitvijo nikoli večji od 8 mm. Spremembe naklona do 3 % med zgornjim robom ceste in dilatacijo lahko nastanejo zaradi učinkov obremenitve ali pomikov in jih je treba premostiti s širino dilatacije.

6.4.4 Vgradnja železniških dilatacij

Proizvajalec mora izvesti prednastavitev nekaterih tipov blazinastih in konzolnih glavnikastih dilatacij ter odpravo ugotovljenih pomanjkljivosti na vseh tipih dilatacij, izvajalec del pa ostala dela (vgradnja dilatacije, betonska dela, tesnitev z zalivkami in hidroizolacijska dela). Montažo ostalih vrst dilatacij ter odpravo ugotovljenih pomanjkljivosti na njih lahko strokovno izvedejo tudi ostali za to usposobljeni strokovnjaki.

Upoštevati je treba vsa dovoljenja in navodila za montažo proizvajalca ter odobrene skice za montažo; ti dokumenti morajo biti na voljo na gradbišču.

Mere gradbene odprtine in povezovalne armature je treba pred začetkom vgradnje znova preveriti in po potrebi popraviti. Gradbeno odprtino je treba pred betoniranjem skrbno očistiti, izpihati s stisnjanim zrakom (brez olja) in predhodno namočiti. Zagotoviti hrapavo površino.

Polimernih fleksibilnih in (osnovnih) blazinastih prečnih dilatacij ter vzdolžnih dilatacij z eno rego zaradi njihove zasnove ni mogoče vnaprej nastaviti.

Za ostale dilatacije je treba prednastavitev izvesti v skladu z informacijami, ki jih zagotovi projektant gradbene konstrukcije za specifično temperaturno območje objekta. Tik pred montažo oziroma dokončnim pritrditvijo dilatacije je treba določiti povprečno temperaturo prekladne konstrukcije. Če je temperatura objekta v času vgradnje dilatacije izven temperaturnega območja, ki ga predvideva projektant konstrukcije, je treba privzeto nastavitve ustrezno popraviti. Za to mora pomožna konstrukcija dilatacije omogočati spreminjanje privzete nastavitve. Popravek lahko izvede samo proizvajalec ali njegovo strokovno osebje, ki se ga pooblasti v dogovoru z inženirjem. Pomožne konstrukcije je treba odstraniti takoj po vzpostavitvi trdne in nepremične povezave s prekladno konstrukcijo ali krajnim opornikom.

Drsna pragovna dilatacija tipa Maurer

Zasnovana je za minimalno višino vgradnje 450 mm za tir na togi podlagi v skladu z Ril 804. Upoštevani sta dve možnosti vgradnje: dilatacija je lahko sidrana v gradbeno konstrukcijo, tlačno obremenjena v skladu z Ril 804 ali pa se lahko poveže s polnilnim betonom plošče tira na togi podlagi preko armature, brez rušenja zaščitnega betona in hidroizolacije. Montažne noge dilatacije (glej sliko 6.13) se predhodno pritrdijo na gradbeno konstrukcijo. Dilatacija se nato namesti na pritrdilne noge. Ta postopek močno pospeši vgradnjo (na en ali dva dni) in prihrani čas z uporabo težke dvižne opreme.

Kompenzacijske plošče - dilatacija tipa Stog, BWG, Siemens in ostali

Za vgradnjo veljajo pravila Ril 809, razen če ni drugače navedeno. Na gradbišču mora biti na voljo tehnična dokumentacija za izdelavo, skladiščenje in vgradnjo izravnalne plošče. Montažo mora spremljati in evidentirati odgovorni inženir proizvajalca (npr. nastavitve dimenzij rege med montažo). Izravnalne plošče mora vgraditi proizvajalec na enak način kot ležišča.

Blazinaste in konzolne glavnikaste dilatacije

Vgradnja mora biti izvedena na podlagi zahtev iz delavniških skic, ki so sestavni del tehnične ocene ali soglasja. Predvsem v fazi namestitve nekaterih osnovnih tipov blazinastih plošč je treba najprej preveriti ravnost naležne površine. Neravnine je treba predhodno izravnati samo

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

z vnaprej pripravljenimi sanacijskimi neskrčljivi mineralnimi ali polimernimi mikroarmiranimi maltami.

Če so blazinaste dilatacije izvedene v skladu s smernicami RIL 804, opazne plošče niso potrebne. Pomembno je zagotoviti, da uporabljeni opaž omogoča pomike dilatacije med postopkom strjevanja zalivnega betona. Plošče iz trde pene ali podobno mehki materiali se ne smejo uporabljati kot edina obloga. Po končanem strjevanju je treba opaž popolnoma odstraniti. Gradbeno odprtino je treba pred betoniranjem skrbno očistiti, izpihati s stisnjenim zrakom (brez oljnih primesi) in predhodno namočiti. Zalivni beton mora biti enake ali višje kakovosti kot konstrukcijski beton, z majhnim krčenjem (do 0,5 mm/m) in z maksimalnim zrnem 16 mm. Specifikacijo za beton predpiše dajalec specifikacije po SIST 1026.

Če so predvidene opazne plošče, morajo biti izpolnjeni naslednji pogoji:

Pritrditev teh plošč mora biti predhodno določena. Opažne plošče morajo biti oblikovane in pritrjene tako, da prenesejo vgradnjo zalivnega betona. Ne smejo omejevati spodnje gradbene odprtine objekta za več kot 10 mm, sicer jih je treba po betoniranju odstraniti. Opažne plošče so vroče pocinkane ali v nerjavečem jeklu.

6.5 Ničelni pregled

Ničelni pregled predvsem cestne dilatacije po vgradnji na splošno obsega ponovno meritev povprečne temperature prekladne konstrukcije in zraka, pregled stanja prednastavitve dilatacije glede na temperaturo konstrukcije iz opaznega ter delavniškega načrta, za območje levega in desnega roba dilatacije oz. širino reg poljubnih vmesnih mest (vsaj tri) ter zatečeno stanje s ponovnimi meritvami na istih kontrolnih točkah. Pregledati lego dilatacije glede na vozišče (višina, vzdolžni in prečni sklon, prečni kot glede na vzdolžno os) z opombo ali vgradnja zadostuje pogojem: Če je mogoče, pregledati spodaj pod objektom sidranje in betonske stične površine, vodotesnost, sistem odvodnjavanja ter ali so vidne pomanjkljivosti pri vgradnji (poškodbe protikorozijske zaščite). Preveriti trdnost viiakov in pomičnost vseh zaščitnih pločevin, hrupnost dilatacije pri prehodu vozil (velja za cestne dilatacije), elektroporovnost železniških dilatacij (ozemljitev). O tem sestaviti zapise in priloge v preglednicah (glej preglednici 6.1 in 6.2).

6.6 Poškodbe dilatacij zaradi napačne vgradnje in zasnove

V tem poglavju so opisane nekatere od poškodb, ki so bile evidentirane na objektih večinoma pri ničelnih in glavnih pregledih objektov še pred iztekom garancijske dobe. Opisani so možni vzroki za njihov nastanek. Poškodbe so podane po posameznih vrstah dilatacij, nekatere poškodbe pa so skupne več vrstam dilatacij (npr. umazanija v regah, poškodbe krovnih pločevin na betonski varnostni ograji in hodnikih, razpoke v asfaltni prevleki vzdolž dilatacije, manjkajoča zalivna masa med dilatacijo in asfaltno prevleko, zamakanje podporne konstrukcije dilatacije).

Poškodbe dilatacije zaradi napačne vgradnje ali zasnove so lahko posledica slabe kakovosti izdelave, neustreznega transporta (nakladanje, neustrezen prevoz, razkladanje), neustreznega skladiščenja, neustrezne vgradnje, gradbiščne transporta preko neustrezno zaščitene dilatacije.

Proizvajalci dilatacij v svojih navodilih za transport, skladiščenje in vgradnjo dilatacije podajajo smernice, kako ravnati v teh fazah z njihovimi proizvodi, da bo verjetnost, da pride do poškodbe dilatacije, minimalna. V večini teh smernic je predvideno, da morajo biti dilatacije:

- pri skladiščenju na gradbišču postavljene na ravno podlago,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- primerno podprte, da ne pride do nepredvidenih deformacij in drugih poškodb,
- skladiščene umaknjeno od glavnih gradbiščnih transportnih poti, da se prepreči nastanek poškodb zaradi nepredvidenih trkov tovornjakov ali težke gradbiščne mehanizacije med manevriranjem na gradbišču,
- med skladiščenjem pokrite in zaščitene proti atmosferskim vplivom, ločene od skladiščenja tistih materialov, ki bi lahko škodljivo delovale na posamezne elemente dilatacije, med skladiščenjem mora biti zagotovljeno ustrezno zračenje,
- skladiščene v zaprtem skladišču izven gradbišča, če se dilatacije ne bodo vgrajevale dalj časa,
- transportirane v skladu z označbami na dilatacijah.

Glede na realne razmere na gradbiščih se teh smernic bolj malo upošteva, saj se dilatacije večinoma takoj pripeljejo na gradbišče in zložijo na mesto vgradnje, kjer pa običajno tudi poteka ves gradbiščni promet, v neposredni bližini pa se tudi skladiščijo drugi materiali ali oprema za težke stroje, ki lahko ob nepazljivem ravnanju povzročijo poškodbe na dilataciji. Poleg neustreznega skladiščenja se na dilatacije postavljajo tudi različno težki predmeti raznovrstnih oblik, ki lahko najmanj poškodujejo protikorozijsko zaščiteno dilatacije.

Poškodbe na dilataciji oziroma na betonski spodnji konstrukciji dilatacije imajo lahko vzrok tudi v času pred predajo objekta rednemu prometu, in sicer v primeru, če so bili objekti uporabljeni v času gradnje za gradbiščni transport, dilatacije pa niso bile ustrezno zaščitene. Zaradi neustreznega izvedenega prehoda (izpostavljen robni profil zaradi prenizke asfaltne prevleke na priključku na objekt) do in preko dilatacije za čas gradbiščnega transporta so lahko zaradi obremenitev nastale poškodbe na zvarih med posameznimi elementi sidrišča in/ali robnega profila. Te poškodbe se bodo lahko pokazale že med izvajanjem gradbiščnega transporta ali pa v doglednem času po predaji objekta v promet. Prav tako lahko nastanejo poškodbe tesnilnega traku, če v utore reg dilatacije pridejo ostri predmeti npr. kamniti drobir.

Poškodbe jeklenih dilatacij zaradi nepravilne prednastavitve ali temperature vgradnje

Zaradi manka podatkov v preglednici prednastavitve dilatacije v opaznem ali delavniškem načrtu dilatacije se pogosto na gradbišču izvajalec del napačno odloči (brez posveta s projektantom konstrukcije ali dobaviteljem-proizvajalcem) in predpiše okvirno novo nastavitev rege ali več reg, pogosto pri lamelnih dilatacijah. Posledice so lahko usodne za trajnost take dilatacije, saj je pri preveč »zaprti« dilataciji kasneje onemogočeno vzdrževanje »od zgoraj«, za zamenjavo elastomernih tesnil med lamelami mora biti zagotovljena širina rege najmanj 40 mm in četudi v zimskem času, ko se objekt najbolj skrči, to ni mogoče, potem zaradi okvare drsnega ali krmilnega mehanizma dilatacija kmalu odpove in pride do mehanskih lomov jekla in neprevoznosti dilatacije. Pri preveč odprti dilataciji (rege več kot 55 mm do 80 mm, glej sliko 13.1) pa je problem hrupnost pri prehodu težkih vozil ter resonanca jeklene konstrukcije dilatacije in predčasna odpoved drsnega in krmilnega mehanizma ali pa tudi lom jeklenih lamel in prečnih gred.

Posebnost predstavljajo tudi polimerne fleksibilne, tudi asfaltne dilatacije, če niso vgrajene pri projektirani temperaturi vozišča oz. prekladne konstrukcije. Zaradi nezdržljivosti raztezkov-skrčkov konstrukcije in dilatacije nastanejo v določenih letnih časih (poletje-zima) vzdolžne razpoke v sredini dilatacije ali na stikih z voziščem. Vodotesnost dilatacije je s tem trajno ogrožena kljub kasnejšim popravkom z bitumenskimi ali polimernimi zalivkami.

Nepravilno delovanje jeklenih glavnkastih dilatacij zaradi zasnove ležišč objekta

Zaradi pomanjkljive zasnove ležišč (npr. vmesna elastomerna deformacijska ležišča, pomična v vseh smereh, na krajnih opornikih pa semi-tangencialna postavitve zgornjih drsnih elementov na elastomernih ležiščih) ter pri poševnem premostitvenem objektu z ukrivljenostjo manjšo od

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

R=500 m, lahko pride do nepravilnega delovanja glavnikastih konzolnih dilatacij zaradi vektorjev pomikov v polarni smeri in posledično stikovanja glavnikov (glej sliko 13.2).

Neenakomerno delovanje reg jeklenih lamelnih dilatacij zaradi zasnove dilatacije

Zaradi pomanjkljive zasnove krmilnega mehanizma za gredni sistem lamel (namesto škarjastega) lahko pride do nepravilnega delovanja reg (neenakomerno odpiranje in zapiranje) vmesnih lamel zaradi zamika pomikov v glavni smeri in posledično nenakomernih širin reg lamel (glej sliko 13.3).

Sukanje ležišč jeklenih lamelnih dilatacij zaradi zasnove dilatacije

Zaradi pomanjkljive zasnove krmilnega mehanizma za gredni sistem lamel (namesto škarjastega) lahko pride do sukanja spodnjih ležišč pod prečnimi gredami (nedopustni zasuki – glej sliko 13.4).

Poškodbe dilatacij zaradi neustreznega sidranja ali armiranja

Zaradi manka podatkov v zbirni preglednici v armaturnem ali delavniškem načrtu dilatacije ter posebej pri obnovi objekta zaradi nepredvidene razporeditve obstoječih armaturnih zank, se pogosto na gradbišču izvajalec del napačno odloči (brez posveta s projektantom konstrukcije ali dobaviteljem-proizvajalcem) in izvede nezadostno novo postavitev sider (pogosto stara sidra odreže in ne nadomesti z novimi, močnejšimi (glej sliko 13.5), pogosto je to usodno pri lamelnih ali konzolnih glavnikastih dilatacijah. Posledice so lahko usodne za trajnost take pomanjkljive izvedbe priključne in vezne, sidrne armature, saj praviloma pod težkim cestnim prometom sidrni del dilatacije odpove že po nekaj letih po vgradnji (do 5 let).

Posebno pozornost je potrebno nameniti točkovno prednapetim sidrom pri konzolni, glavnikastih dilatacijah ali pri blazinastih cestnih dilatacijah. Pri vgradnji enorednih sider je potrebna maksimalna natančnost. Praksa kaže, da so v primeru manj kakovostne vgradnje bolj dovzetne za relaksacijo, medtem ko je pri dvorednem sistemu takih težav manj. Primer odpovedi dilatacije, zaradi neustrezne vgradnje sidrnega sistema, je prikazan na sliki 13.6.

Poškodbe jeklenih dilatacij zaradi nepodlitih robnih profilov in škatel ali prodora betona oz. cementnega glena v območje krmilnega ali drsnega mehanizma

Lamelne jeklene dilatacije z elastomernimi tesnili, raznih tipov in proizvajalcev, se v zasnovi med seboj bistveno ne razlikujejo. Z vidika vgradnje pa so nekateri tipi lahko problematični, saj za zaščito kontrolnih mehanizmov vsebujejo različno široke in dolge zunanje kovinske škatle. Le te se lahko medsebojno tudi zelo približajo, posebej v sredini dilatacije (glej sliko 13.7). Širina škatle znaša ob povečanem številu lamel tudi do 500 mm, ker je za vsako lamelo za določene tipe dilatacij potrebna prečna greda. Druga težava so jekleni robni profili. Le-ti imajo običajno pasnico s širino 80 mm, lahko pa tudi povečano na 150 mm. V teh primerih so zahtevane luknje za odzračanje \varnothing 20 mm na razdalji 25 cm. V nasprotnem primeru pride do poroznih mest pod škatlo ali robnim profilom (glej sliko 13.8 in 13.9) in prezgodnje odpovedi priključnega asfalta, sidrnega sistema ter robnih profilov.

Druga skrajnost pa je, če pri betoniranju popusti opaz in beton prodre v škatle z drsnimi ali kontrolnimi ležišči ali celo oblije prečne grede (glej sliko 13.10) ter s tem onemogoči pomike lamel.

Poškodbe in motnje cestnih dilatacij zaradi nepravilne višinske lege glede na vozišče (hrupnost, udarci snežnega pluga)

Hrupnost dilatacij se poveča, če je nivo dilatacij za 5-10 mm višji ali nižji od nivoja asfaltne vozišča (neravnost) in se zaradi udarcev pnevmatik poveča udarni zvok, tudi do nivoja 90 dB(A) in več, na mestu izvora. Gladke, ploskovne dilatacije v nivoju vozišča, so praviloma tišje (npr. asfaltne, gumene blazinaste) medtem so sestavljene, jeklene dilatacije glasnejše (lamelne, konzolne, z eno rego).

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Poškodbe dilatacij v obliki zarez v jeklu ali gumi ali polimeru zaradi nepravilne višinske lege se kažejo predvsem pri prehodu snežnih plugov pozimi, saj je v Sloveniji pravilo pluženja »do črnega«, kljub morebitnim oznakam za začetek in konec premostitvenega objekta s smernimi puščicami ali snežnimi koli (glej slike 13.11 do 13.13).

Poškodbe cestnih dilatacij zaradi nepravilnih sklonov in smernega kota glede na vozišče

Tipičen primer za to so cestne lamelne dilatacije, tudi jeklene z eno rego, če nimajo poravnane ali enakega vzdolžnega sklona lamel z voziščem, ampak dilatacija npr. z lamelami stopničasto sledi temu sklonu. V tem primeru pride do resonance dilatacije pri prehodu težkih vozil, pozimi pa do udarcev nožev snežnih plugov.

Če je smerni kot (pri poševnih objektih) cestne jeklene dilatacije poravnane s prečnim sklonom snežnega pluga, je tudi to vzrok poškodb na robnih profilih ali vmesnih lamelah zaradi udarcev ali zagozditve rezila snežnega pluga. Treba se je izogibati taki zasnovi ali v izjemnih primerih vgraditi v obrabni sloj asfaltne vozišča prehodno branasto polimerno zaščitno konstrukcijo kot »ribja kost«, da snežni plug »odskoči« od dilatacije pri prehodu (glej sliko 13.14).

Poškodbe cestnih in železniških dilatacij zaradi resonance, utrujanja ali nezadostne togosti

Prometne obremenitve na dilataciji spremljajo dinamični učinki, ki vodijo do povečanja obtežbe, ki se lahko izrazi v dodatnem faktorju t.j. »faktorju dinamičnega vpliva (angl.: daf)«. Ta dejavnik izhaja iz razlik v nivoju površine cestišča in/ali delov dilatacije oz. ko je dilatacija sestavljena iz lamel in prečnih gred. Izhaja iz dinamične interakcije časovno spremenljive obremenitve na gibko konstrukcijo tako dilatacije kot prekladne konstrukcije. Pri tej analizi so pomembne lastne frekvence, ki so odvisne od mas in vzmetnih konstant konstrukcije ter dilatacije. Poleg tega lahko sestavni deli dilatacije predčasno odpovedo zaradi resonance in utrujanja. Število sprememb obremenitve je odvisno od števila osnih obremenitev in dušenja v konstrukciji. Primer popuščanja sestavnih delov (okvirji na prečnih gredah) in prednapetosti ležišč in drsnih vzmeti zaradi resonance je najbolj viden na vijačenem tipu lamelne dilatacije (glej sliko 13.15), posebej zaradi premajhne togosti spodnje betonske konstrukcije (glej sliko 13.16).

Drug primer pa so nezadostno zasnovani zvari vitalnih jeklenih delov npr. zvarov med lamelami in prečkami. Znan primer so lamelne gredne jeklene dilatacije proizvajalca Maurer tipa DT proizvodnje od 1981 do 2003, ker so zaradi pogostih lomov zvarov zaradi utrujanja kasneje ugotovili vzrok slabe zasnove (glej sliko 13.17) in podali nov detajl, ki je vsaj stokrat bolj žilav na utrujanje. Teh dilatacij je v Sloveniji na avtocestnih premostitvenih objektih še kar nekaj vgrajenih, seznam poseduje upravljavec DARS.

Poškodbe polimernih dilatacij zaradi nezdržljivosti stikov z asfaltnim voziščem in neprimernih vremenskih pogojev med vgradnjo

Izkušnje z veznim materialom poliuretanom ali poliurejo, tudi na drugih področjih uporabe, so pokazale, da se lahko občutljivo odzove na včasih neugodne pogoje vgradnje na gradbiščih premostitvenih objektov. V nasprotju z asfaltnimi dilatacijami, ki se vgrajujejo na vroče in so zato praviloma manj občutljivi na slabe pogoje vgradnje, lahko pri polimernih dilatacijah že najmanjša odstopanja od potrebnih pogojev vgradnje povzročijo poškodbe. Vezivo je dvokomponentna reaktivna poliuretanska smola, pri kateri je treba strogo upoštevati mešalna razmerja in čas delovanja ter predpisane čakalne dobe med delovnimi koraki in debelino nanosa. Vlaga na površini, tudi zaradi padca pod rosišče, ali prezgodnja izpostavljenost vodi, je lahko usodna za trajnost dilatacije. V vsakem primeru se je treba izogibati padavinam med vgradnjo. Dokazano je, da asfalt kot protihrupni mastiks s kamenim polnilom na priključku na cestno dilatacijo iz poliuretana, je neugoden iz dveh razlogov. Po eni strani lahko ta asfalt zadržuje vlogo v svojih porah ali pa jo prenaša v utor dilatacije, kar lahko povzroči poškodbe zaradi vlage, čeprav so vremenski pogoji primerni za delo. Poleg tega se na voziščni konstrukciji, t.j. asfaltu, zaradi praznin na vmesniku z dilatacijo in zaradi elastičnosti

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

polimernega polnila, pojavijo mehurji v asfaltu. Enaka težava se pojavi pri netesnosti starega, morda poškodovanega asfalta, neposredno na poliuretanskem polnilu. Tudi tu obstaja nevarnost mehurjenja sosednjega asfalta. Delovni stiki so načeloma možni, vendar še vedno predstavljajo šibko točko, zato je treba paziti na temeljito čiščenje in aktiviranje priključne ravnine. Izkazalo se je tudi, da je neugodno postaviti ta delovni stik v kolesnico, kjer se pojavljajo največje obremenitve. Pokrivne »T« jeklene plošče v regi objekta so pogosto nepravilno vstavljene s centričnimi zatiči, obrnjenimi navzgor ali pa premalo utrjene. To pomeni, da ni zagotovljen središčni položaj pokravnih, jeklenih plošč nad rego objekta ter da se lahko plošče sukajo. Ustvarijo se napetostne konice v vezivu, kar je lahko izhodišče za nastanek razpok. Glej še slike 13.18 do 13.20.

Poškodbe cestnih dilatacij zaradi nespoštovanja geometrijskih toleranc podlage

Poškodbe so prisotne pri sidrnem sistemu (prednapeti vijaki-popuščanje, glej sliko 13.21) cestnih blazinastih kot konzolnih glavnikastih segmentih dilatacij. Zahteve po ravnosti v kontaktu s podlago (jeklo/jeklo, ali jeklo/beton) za nedrsne, prednapete priključke po SIST EN 14399 - Visokotrjne konstrukcijske vijačne zveze za prednapetje ter standarda o jeklenih konstrukcijah (SIST EN 1090-2) za splošno zasnovo takih mehanskih povezav, da je največja toleranca ali neravnost dovoljena le do 1 mm (D) - glej sliko 13.22, med dvema sestavnima deloma (jeklo/jeklo), ki ju je treba povezati. Upoštevati še, da v primeru betonske podlage (jeklo/beton), je lahko ta meja verjetno presežena, posebej za dilatacije v obratovanju (porozna mesta pod jeklenimi ploščami-mehurji zraka, v primeru betonske podlage). Pri podlivanju z betonom (naleganje jeklenih plošč neposredno na beton) pa je zaradi neravnosti in posledično padec prednapetosti vijakov (kljub dvorednosti vpetja) še bolj izrazit, kar kaže primer iz raziskave (EVAF poročilo - primer votline, neravnine ob prednapetem sidru), glej sliko 13.23. Vdolbine, neravnine lahko povzročijo pomembne spremembe v statičnem sistemu. Glede na velikost ali zmogljivost dilatacij (manjše, večje) lahko to povzroči več kot dvakratno raztezanje vijaka in s tem padec prednapetosti vijaka.

Poškodbe protikorozijske zaščite jeklenih dilatacij zaradi mehanskih udarcev med vgradnjo in gradbiščnega prometa

Korozija jeklenih delov konstrukcije dilatacije lahko nastopi zaradi več vzrokov. Tako imajo lahko posamezni kovinski elementi korozijske poškodbe že ob dobavi dilatacije. Sicer so te poškodbe prisotne v manjšem obsegu, so pa posledica napake v proizvodnji dilatacije in pomanjkljive notranje kontrole proizvajalca, predvsem pa odsotnost notranje kontrole izvajalca del ob dobavi dilatacije. Tako so že na začetku vgradnje dilatacije prisotne korozijske poškodbe vzdolžnih vodil dilatacije, robov škatel podpor vzdolžnih vodil, veznih sredstev in korozijske poškodbe vzdolž robov (glej sliko 13.24) ter spojev posameznih kovinskih elementov dilatacije.

Korozijski procesi na posameznih jeklenih elementih dilatacije so lahko tudi posledica poškodb priključka hidroizolacije vozišča na objekt, poškodovane in/ali pretanke protikorozijske zaščite ob prisotnosti kondenčne vlage ter netesnih spojev elastomernih tesnil v čeljustih robnih in vmesnih profilov. Če se vzroki pri začetnih znakih poškodb pravočasno ne odpravijo, se lahko poškodbe širijo (močnejša korozija jeklenih elementov) vzdolž elementa in lahko povzročijo tudi poškodbe na nekovinskih priključnih delih (npr. prestrig vzmeti).

Poškodbe dilatacij zaradi neodstranjenega opaža pri betoniranju

Korozijski procesi na posameznih jeklenih elementih dilatacije so lahko tudi posledica neodstranjenega opaža (običajno plošče EPS ali XPS) pod dilatacijo zaradi prisotnosti kondenčne vlage, kloridov ter netesnih spojev elastomernih tesnil v čeljustih robnih in vmesnih profilov. Če se plošče pravočasno ne odstranijo, da se s tem poveča zračnost izpod dilatacije, se lahko poškodbe izredno razširijo in ogrozijo trajnost dilatacije (glej sliko 13.25). Neodstranjen opaž tudi onemogoča redni pregled stanja dilatacije.

Poškodbe dilatacij zaradi opustitve dreniranja pronicujoče vode

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Vozišče in dilatacije so običajno izpostavljene nepredvidenim vremenskim vplivom (močne padavine poleti in jeseni, pozimi zmrzovanju snežnice ob robovih in dilatacijah, ob dilatacijah pojav ledenih leč in drsnih ploskev) in vplivom zaradi prometa (vodna megla z raztopljenimi kloridi) ali direktnim pljuskom vode, ki je v zimskih časih kontaminirana s kloridi. Ob dilatacijah so zato predvidene na najnižji točki vozišča in prekladne konstrukcije vertikalne cevke za pronicujočo vode. Opustitev teh cevk je za večino dilatacij lahko usodno, saj ob njih zastaja voda (s kloridi), ki poškoduje protikorozijsko zaščitno ali mehča stik hidroizolacije s priključnimi pasnicami dilatacije ali celo ogroža varnost prometa pozimi (glej sliko 13.26). Običajno na teh mestih zamaka izpod dilatacije.

Poškodbe dilatacij zaradi netesnosti elastomernih trakov

Ena največjih težav glede trajnosti dilatacije in betonske spodnje konstrukcije je netesnost tesnilnih trakov. Netesnost in zamakanje ter posledično korozijske poškodbe kovinskih delov dilatacije lahko nastanejo zaradi lokalnega preboja tesnilnega traku (glej sliko 13.27), netesnosti neustreznega stika tesnilnega traku v čeljusti dilatacije (glej sliko 13.28) ali stika dveh elementov blazinaste dilatacije (glej sliko 13.29), ali izvleka tesnilnega traku iz čeljusti (glej sliko 13.30). Če zamakanje traja dalj časa, lahko na jeklenih elementih dilatacije nastanejo zelo resne korozijske poškodbe (glej sliko 13.31) kot tudi na betonski spodnji konstrukciji (glej sliko 13.32).

Poškodbe cestnih dilatacij zaradi neustrezne napovedi rasti prometne obtežbe in prehodov težkih vozil

Poškodbe na dilatacijah v uporabi se kažejo kot večja obraba vzmeti in ležišč, odpadanje drsnih elementov, posledično povečana hrupnost dilatacij. Vzroki so večplastni, eden od vzrokov je, da se stalno povečuje težek tovorni promet z večjimi osnimi pritiski. Primer prometa na avtocesti s 3000 težkimi tovornjaki pomeni pri pet osnih tovornih vozilih 15000 dnevni prehodov osne obtežbe na dilatacijo, letni prehodi pa že 0,75 milijona, kar je 50 % povečanje glede na priporočeno (0,5 milijona prehodov/leto) po ETAG 032-1. To pomeni, da je v relativno kratkem času presežena zmogljivost drsnega (PTFE) materiala drsnih vzmeti lamelnih dilatacij, predvsem zaradi vibracij. Izkaže se, da tudi drsni material vzmeti z večjo obstojnostjo na obrus (UHMW-PE material) že po nekaj mesecih uporabe kljub temu ne zagotovi trajnosti teh elementov (glej sliko 13.33 in 13.34).

Izpadanje zalivne mase iz utorov vijakov ali zalivne malte vzdolž stika dilatacije z asfaltnim voziščem (blazinaste dilatacije)

Za izvedbo stika med blazinasto dilatacijo in asfaltno prevleko se uporabi različne vrste zalivnih mas, ki so bile razvite v sodelovanju s proizvajalcem dilatacije ali pa so to specialni sanacijski proizvodi. S časom se na zalivni masi pojavijo poškodbe. Poškodbe so lahko posledica neustrezne vgradnje zalivne mase (vremenski pogoji, temperatura), neustrezne priprave in/ali neustrezne vgradnje (glej sliko 13. 35) in nege po vgradnji zalivne mase.

Mehanske poškodbe krovne pločevine

Med uporabo objekta se dostikrat pojavijo poškodbe na krovnih pločevinah na robovih hodnikov (glej sliko 13.36) in betonski varnostni ograji na mestih dilatacije. Vzrok za poškodbe je največkrat snežni plug, ki zgrabi krovno pločevino, ki je običajno neustrezno pritrjena, tako da »štrli« iz utora. Debeline krovnih pločevin so zelo različne in običajno pritrjene z vijaki neustrezne kakovosti (glej sliko 13.37). Glede na pogodbene zahteve se mora uporabiti znatno debelejša krovna pločevina predpisane kakovosti (debelina nerjavne pločevine kakovosti 1.4571 je najmanj 10 mm, pritrjevanje izvedeno z veznimi sredstvi iz nerjavne pločevine kakovosti 1.4401).

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**7 Vzdrževanje dilatacij**

Od leta 2015 v Sloveniji, na avtocestah, specializirana delovna skupina sistemsko redno vzdržuje dilatacije premostitvenih objektov, ki so opremljene po najsodobnejših zahtevah stroke, obenem pa so se v tem času izobrazili posamezniki - inženirji, ki so sposobni voditi ali nadzorovati vgradnjo nadomestnih delov po strokovnih zahtevah. Na ta način je možno preprečiti večje pomanjkljivosti in napake, ki so bile do tedaj stalnica gradbene prakse pri nas.

7.1 Cestne dilatacije**7.1.1 Dilatacije za majhne pomike**

Na nadvozih so običajno vgrajene jeklene dilatacije z eno rego, blazinaste - gumijaste ali asfaltne – polimerne, primerne za male pomike. Prometna obremenitev je praviloma manjša v primerjavi s traso avtoceste. Posledično so poškodbe dilatacij manjše. Kljub temu so bila v času rednega vzdrževanja (samo za nadvoze v priključkih) predvidena manjša popravila kot zamenjava gumenih tesnil-trakov v regah ali vijačenje pritrdilnih sider ali nove bitumenske zalivke razpokanih asfaltnih dilatacij. Ostalih nadvozov niso obravnavali, ker so v upravljanju lokalnih skupnosti in direkcije za prometno infrastrukturo.

7.1.2 Dilatacije za srednje in velike pomike

Dilatacije na viaduktih in mostovih so večinoma zahtevne konstrukcije oz. sklopi, namenjene za večje pomike. Tu gre v glavnem za tipe kot npr. jeklene-lamelne (modularne) ter jeklene z eno rego, tudi blazinaste – gumene ter konzolne glavnikaste – jeklene. Manj je asfaltnih in pokritih dilatacij, sicer za objekte do 50 m razpona.

Redno vzdrževanje zajema:

- spremljanje stanja in vzdrževanje po prevzemu vgrajenih proizvodov/dilatacij v objekte po predaji le-teh v promet,
- izvajanje določenih nujnih popravil, vključno z vgrajevanjem tistih servisnih nadomestnih delov, ki so rezultat staranja opreme ali nepredvidenih dogodkov,
- preverjanje oziroma oceno funkcionalnosti proizvodov za uporabo, posebej v času garancije objekta in po preteku le-te, vse do izteka življenjske dobe dilatacije ali do naslednjega naložbenega posega, ki je določen s programom gospodarjenja z objekti.

Predmet vzdrževalnih del so:

Poseg od zgoraj

- enakomernost širine reg dilatacije ter posebej posamezne vmesne rege v primeru lamelne dilatacije,
- tesnilni trak v regah, lokalno popravilo elastomernega tesnilnega traku v primeru preboja,
- korozija na jeklenih delih (posebej pod pokritimi ploščami), ročna popravila barve,
- zalivke med dilatacijo in voziščem, zalivanje reg s polimernim bitumnom,
- robni profili dilatacije, posebej ukrivljenosti, izdelava načrta za večji vzdrževalni poseg v primernem roku,
- višinsko stanje dilatacije, asfaltiranje novega priključnega pasu,
- sidrni vijaki (privitje), privitje z momentnim ključem.

Poseg od spodaj

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- mesta zamakanja z vodo, izdelava načrta za večji vzdrževalni poseg v primernem roku,
- ali so vsi deli dilatacije na svojih mestih, premaknitev in pritrditev, če je to mogoče,
- konstrukcijski deli dilatacij v brezhibnem stanju, izdelava fotodokumentacije in načrta za večji vzdrževalni poseg,
- ali posamezni deli omogočajo potrebne premike, pregled blokad in načrt zamenjave (večji poseg),
- ali so vsi sestavni deli brez poškodb, izdelava fotodokumentacije,
- podporni zaboji (za lamelne dilatacije) v smislu stanja korozije, stik z betonom, čistost
- izdelava programa odprave pomanjkljivosti za večji poseg, če je to nujno potrebno.

Predmet večjega rednega vzdrževalnega dela

- zamenjava nadomestnih delov - elastomerne vzmeti, ležišča, gumeni obročki, plastični diski,
- zamenjava tesnilnega traku v celoti.

Predmet nujnih vzdrževalnih del za preprečitev nadaljnjih konstrukcijskih poškodb

- popravilo vzdolžne jeklene lamele,
- zamenjava elementa gumene blazinaste dilatacije,
- popravilo prečne podporne grede za lamele,
- popravilo prečnega podpornega zaboja.

Seznam minimalne opreme za popravilo dilatacij

- manjše hidravlične cilindre z ročno tlačilko za odpiranje jeklenih lamel dilatacije,
- večje ročne spones z vretenom za odpiranje- zapiranje reg blazinastih - gumenih dilatacij,
- hidravlična bata z ročno tlačilko in jekleno gredico s sponami za dvigovanje ali spuščanje lamel dilatacije,
- ploščati jekleni trak za kontrolo pravokotnosti lamel (točkovne oznake) pri odpiranju ali zapiranju dilatacije,
- pribor za varjenje tesnilnega traku pri lamelnih dilatacijah za posameznega proizvajalca dilatacije,
- pribor za čelno varjenje sredinske jeklene lamele pri lamelnih dilatacijah za posameznega proizvajalca dilatacije (samo za intervencijska popravila),
- momentni ključ z navorom 70-210 Nm za običajne šestrobne vijake M12-M16,
- momentni ključ z navorom 150-800 Nm za visokovredne šestrobne vijake M16-M24,
- jekleni drogovi – vzvodi za vstavljanje tesnilnega traku v vpenjalni profil, s priborom,
- distančniki pri vstavljanju tesnilnega traku v vpenjalni profil – različne širine (35 mm, 40 mm).

7.2 Železniške dilatacije

Javno objavljenih podatkov o obsegu in vzdrževanju železniških dilatacij premostitvenih objektov v Sloveniji ni. Povzemamo izkušnje iz tujine.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**7.2.1 Dilatacije za srednje in velike pomike (kompenzacijske plošče in drsna pragovna dilatacija)**

Pomanjkljivost nekaterih dilatacij tipa izravnalne plošče je, da se vzdrževalna dela lahko izvajajo le od zgoraj, kar vedno vodi do zapore sosednjih tirov.

Za redno vzdrževanje velikih železniških dilatacij je zato treba pod dilatacijami zagotoviti vzdrževalne koridorje ali komore, ki so zasnovane tako, da so dovolj velike, da se vzdrževalna in/ali popravila teh posebnih dilatacij lahko izvajajo od spodaj. Na ta način se lahko izogne zaprtju sosednjih tirov in po možnosti tira, ki je podprt z dilatacijo. Železniški premostitveni objekt se tako bistveno lažje vzdržuje in povzroča bistveno manj motenj v prometu vlakov, še posebej, če gre za objekt, preko katerega je speljan več kot le en tir.

Prednost vzdrževanja drsne pragovne dilatacije je v tem, da je boljše, če nosilci in krmilna naprava niso več nameščeni nad pragovi, temveč pod pragovi skupaj s sidrišči (škatlami) dilatacije. Pristop temelji na spoznanju, da krmilne naprave ni smiselno načrtovati kot konstrukcijo, ki je zgoraj odprta, ter da ni pokrita s konstrukcijskimi elementi, kot je sistem s ploščami. Razporeditev nosilcev pod pragovi ima zelo pomembno prednost, da se sile iz pragov ali tirnih nosilcev vnašajo neposredno v konstrukcijo železniškega objekta in ne preko pragov ali sosednje plošče zgornjega ustroja. Pri tem se zmanjša število obremenjenih delov tira, predvsem pragov oziroma plošč zgornjega ustroja. To zmanjša potrebo po vzdrževanju in obrabo tirnic zaradi ugodnejšega prenosa obtežbe in specifično nastavljive torzijske togosti drsne pragovne dilatacije.

8 Zamenjava ali celovita obnova dilatacij**8.1 Cestne dilatacije****8.1.1 Dilatacije za majhne pomike – primer odstranitve z zamenjavo z novo dilatacijo**

Odstranitev dilatacij iz obstoječih voziščnih in prekladnih konstrukcij t.j. dilatacije za majhne pomike (z enim profilom, blazinaste-gumene) z zaprtimi zankami ali sidrnimi mozniki poteka na način, da najprej odstraniti krovne pločevine na hodnikih, BVO v območju dilatacije in zaščita okolice gradbišča pred padajočimi delci betona pri rušenju. Priporočeno je ročno rušenje armiranega betona s pnevmatskimi pištolami (na stisnjen zrak, uporaba kompresorja). Za rušenje delov dilatacije in armiranega betona se alternativno lahko uporabi izključno daljinsko vodene udarne-mehanske stroje predvsem zaradi zamudnega ročnega dela. Daljinsko vodeni stroji zagotavljajo večjo varnost, produktivnost in učinkovitost pri odstranjevanju betona okoli armaturnih palic. Izbor dleta (konica manj primerna) za odstranjevanje betona med armaturnimi palicami ob robu plošče (hodnik z robnim vencem) je zagotovilo za dobro sprijemno površino pri dobetoniranju. Za rušenje so najbolj primerna kladiva z močjo udarca do 400 J/Nm s 750 do 2300 udarci/min oz. maso med 55 do 200 kg, vse pa odvisno od togosti prekladne konstrukcije, da se preprečijo mikrorazpoke v konstrukciji. Trije prehodi rušenja v globino betona zadostujejo.

8.1.2 Dilatacije za srednje in velike pomike – primer celovite obnove lamelne dilatacije

Pripravljalna dela na objektu se začnejo z odstranitvijo krovnih pločevin na hodnikih, BVO v območju dilatacije in zaščita okolice gradbišča pred padajočimi delci betona pri rušenju. Rušenje betona se običajno izvede z robotom z vodo z visokim pritiskom. Predhodno zaščititi lamele s pločevino, ki je točkovno privarjena na robna profila. Namen zaščite s pločevino je, da se preprečijo poškodbe na tesnilnih trakovih oz. elastomernih in ostalih delih pod dilatacijo (če so deli še uporabni). Potrebna sta dva prehoda rušenja v globino betona. Čas za odstranitev betona in ruševin je okrog 2 dni. Sledi namestitev prečnih povezav za dvig in

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

nakladanje dilatacije z dvigalom v vodoravni legi na točno določenih podporah (glej še sliko 6.7). Odvoz dilatacije v delavnico.

Razstavljanje dilatacije in peskanje-čiščenje (glej slike 8.1 do 8.3) se izvedeta po prvem vizualnem pregledu stanja dilatacije, predvsem po pregledu možnih razpok na robnih jeklenih profilih, sidrnih ploščicah, zankah, na zvarih, stanje elastomernih vzmeti pod prečnimi gredami, stanje kontrolnih vzmeti, stanje ležišč, stanje korozijskih izjed v jeklu, posebej v utoru za tesnilni trak, mehanske poškodbe zgornjega jeklenega profila zaradi udarcev od snežnega pluga, (meritve kakovosti zvarov s penetracijskim preskusom), stanje tesnilnih trakov med profili lamel, stanje nerjaveče drsne pločevine na prečnih gredah, stanje prečnih gred (korozijski produkti, ravnost). Pregled delavniškega načrta (prvi pogoj za kasnejše sestavljanje dilatacije v celoto). Odvitje vseh vijakov s pištolo na stisnjen zrak. Pregled stanja vijakov (korozija). Odstranitev elastomernih in ostalih delov pod gredami dilatacije. Na vpetju v škatlah je treba elastomerne vzmeti porezati s curkom z visokim pritiskom. Kontrolne elastomerne vzmeti v zabojnikih so poleg svornika jeklene kapice še zlepljene z epoksi lepilom. Potrebno je predgretje s plinskim gorilnikom, da se le-te odstranijo. Sledi pregled ležišč in vzmeti. Odstranitev ostankov tesnilnih trakov s curkom vode pod visokim pritiskom. Odstranitev čelnih pokrovov na zabojnikih s predgretjem zvarov (točkovno privarjeni). Odstranitev drsni nerjavečih pločevin na zgornji in spodnji strani prečnih gred. Pločevina je pritrjena samo s kovicami. Čas za odstranitev vseh delov dilatacije je okrog 1-2 dneva. Čiščenje jeklenih delov z vodo pod visokim pritiskom (odstranitev vodotopnih kloridov). Nato po osušitvi grobo in fino peskanje posameznih jeklenih delov dilatacije do stopnje čistosti Sa 2 ½ oz. do Sa 3 (za določen sistem protikorozijske zaščite). Sprotna začasna zaščita očiščenih delov s cinkovim prašnim premazom, s pištolo na stisnjen zrak, ker bi sicer peskani profili kasneje ob zračni vlagi korodirali. Vrstni red obdelave s peskanjem: robna profila z zabojniki in zankami (največja dela), nato prečne grede in lamele, potem še ostali odviti ali odstranjeni material (konzole, objemke, plošče, distančniki,...). Sledi ponovni pregled peskanih površin, posebej utorov za tesnilne trakove, za ugotovitev globine korozijskih izjed. Le-te mogoče ne zagotavljajo več tehnične vodotesnosti dilatacije (glej slike 8.4 in 13.28).

Barvanje dilatacije v delavnici izvesti v ogrevani in zaprti delavnici, (obseg in vrsta premazov po skici iz tehnične ocene ter odvisno, kako je bil izdelek zasnovan). Barvanje slojev se izvede s pištolo na stisnjen zrak. Vmesni časi med posameznimi premazi ne smejo presegati 16 ur pri 20 st. C, razen, če specifikacija proizvajalca barve drugače ne predvidi. Kontrolo posameznih debelin nanosov v mokrem je potrebno sproti izvajati s posebnim glavnikom – merilom. Debelino posameznega in skupnega suhega filma pa z elektronskim merilcem debeline premaza, najmanj 16 ur po nanosu barve. Kontrolo morebitne razlite barve v utoru je treba preveriti še s posebno šablono. To je pomembno zato, da ne pride do težav kasneje z vstavljanjem tesnilnih trakov v utore.

Za sestavljanje dilatacije v delavnici mora biti na razpolago originalni delavniški načrt. Brez njega sestavljanje ne bo mogoče, saj se posamezne izvedbe precej med seboj razlikujejo. Pomemben je popis sestavnih delov za določeno izvedbo dilatacije. Sestavljanje se izvede z namenskim orodjem (mostno dvigalo, momenti ključ, hidravlični bat, jekleni okvirji, vilice za vstavljanje tesnilnih trakov, ostalo drobno orodje, varilni aparat) in novimi rezervnimi deli, za katere morajo biti znane kataloške številke. Na nekaterih rezervnih delih (gumeni izdelki) so kataloške številke tudi vtisnjene. Najprej vstaviti kontrolne vzmeti v škatle za kontrolne vzmeti. Stična mesta obdelati z epoksi lepilom, kontrolne vzmeti pa priviti na ta mesta v ohišju s posebnim ključem s trakom. Kontrolne vzmeti so v tej fazi še neobremenjene. Na drsne površine – zgornje in spodnje pasnice prečnih gred namestiti drsne in polirane pločevine iz nerjavečega jekla (kovice in epoksi lepilo). Nato nadaljevati s sestavo prve prečne grede na strani polne vpetosti v zabojniku prečne grede. Za to opravilo je treba imeti na razpolago hidravlični bat (sila do 40 kN) in robusten jeklen okvir za oporo bata. Robni profil z zabojniki

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

zvrniti za 180 stopinj (na glavo), vstaviti vzmet na točno določeno pozicijo v zabojniku zgoraj (moznik), potisniti prečno gredo na vzmet z batom navzdol (za pomik 6 mm je potrebna sila vsaj 15 kN) in na spodnji moznik vstaviti trdo in vrtljivo ležišče. Sprostiti bat. Ležišče ostane prednapeto na silo 10 kN (4 mm stisnjeno). Nadaljevati z ostalimi prečnimi gredami, dokler ni sestavljen prvi del dilatacije. Pri tem opravilu se lahko poškoduje protikorozijska zaščita na stojinah in pasnicah prečnih gred ter v notranjosti zabojnika, zato je treba sproti popravljati poškodovana mesta, posebej znotraj zabojnikov, ki kasneje niso dosegljivi za popravilo. Vstavljanje ležišč in vzmeti na drugi strani prečne gredi (drsni del zabojnika) se nadaljuje na drugi robni strani dilatacije po enakem postopku, pri čemer se določi projektirana tovarniška razdalja med robnima profiloma – prednastavitev na + 10 st. C. Kontrolne konzole so tako tudi izdelane, da v tej poziciji vzmeti niso strižno obremenjene s horizontalno silo, razmik med vmesnimi lamelami znaša 40 mm (standardni tip dilatacij). Potem sledi vstavev vmesnih lamel in okvirjev z vzmetmi, ležišči (in čeveljčki pri starejših izvedbah). Ležišča in vzmeti morajo biti osno poravnane, da zaradi ekscentričnosti ne povzročajo pod prometno obtežbo dodatnih zvojnih momentov na prečno gred. Vzmeti morajo biti podmazane še s posebno drsno mastjo. Navitje vijakov za pritrditev okvirjev je treba izvesti z momentnim ključem z ustreznim navorom. Nato na robni strani dilatacije namestiti tudi bočna varovala – plošče s čeveljčki iz umetne mase. Stranske plošče škatel prečnih gred zavariti, vsa poškodovana mesta barve pa obnoviti. Za montažo tesnilnih trakov mora biti dilatacija obrnjena ponovno v pravo lego. To opraviti z dvigalom. Lega lamel je dodatno zavarovana z začasnimi okvirji s pomično prečko, ki so kasneje potrebni za dokončno nastavitev dilatacije na projektirano temperaturo vgradnje. Za montažo tesnilnih trakov je zagotoviti vsaj dva do tri delavcev (dva vstavljata, tretji vodi trak). Predhodno je potrebno tesnilni trak namazati z mastjo za ležaje in delavca trak potiskata v utor s posebnima jeklenima vilicama (glej sliki 8.5 in 8.6). Za preprečitev poškodb protikorozijske zaščite so vilice prevlečene s trakom in/ali tulcem. Čas vstavljanja tesnilnega traku znaša do 20 minut/m, v delavnici. Po zaključku montažnih del je treba obnoviti tudi vse poškodbe barve zaradi vstavljanja tesnilnih trakov. Sledi končna namestitev razmika dilatacijskih reg na izračunane vrednosti, ki jih mora podati projektant konstrukcije objekta, za dani primer. Stiskanje ali razmik se izvede s hidravličnimi bati, ki so nameščeni na področju vsake prečne grede. Za namen določitve pravega odmika vmesnih lamel si izvajalec lahko pripravi deščice z želeno širino, ki jih začasno vstavi v rege. Le-te se potem odstranijo. Vse poškodbe barve, ki so ob tem nastale, je treba ponovno obnoviti.

Vgradnja cestne dilatacije v objekt je enaka kot pri novogradnji v primeru popolne zapore prometa, pri delni zapori pa z uporabo začasnih jeklenih premostitvenih plošč kot opisano v poglavju 8.1.3.

8.1.3 Zamenjava cestne dilatacije – primer pod delno prometno zaporo na objektu

Zamenjava cestne dilatacije na objektu pod prometom zahteva uporabo začasnih jeklenih premostitev, posebej na mestu vozišča, po katerem se začasno odvija promet, dilatacija pa še ni prevozna oz. odstranjena in nadomeščena z novo. Glej še sliki 8.7 in 8.8.

Zahteve začasne jeklene premostitvene plošče so:

- začasna premostitev mora biti čim krajša in čim širša ter dnevno premakljiva,
- hitro in brez večjega napora sistem plošč prilagodljivo zahtevni geometriji,
- preprosto in poceni sistem začasne rešitve,
- po možnosti dobava/montaža neposredno od proizvajalca,
- uporaba standardnih jeklenih plošč kot v primeru začasne premostitve komunalnih prekopov (znotraj mestnega/urbanega gradbišča z $v_{max} = 50$ km/h).

Določene so tudi omejitve:

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- usmerjanje prometa z začasno signalizacijo,
- največja hitrost prehoda vozil 60 km/h, razmeroma strma pristopna in izvozna rampa,
- omejitev osne obtežbe 120 kN/os (40 t skupne mase),
- možen je izreden prevoz (ocenjeno za vsak primer posebej).

Vzdrževanje:

- zimske službe ni možno opravljati,
- dnevno preverjanje vijačnih sider.

8.1.4 Zamenjava cestne dilatacije – primer lamelne dilatacije -sistem »novi zabojniki v obstoječe zabojnike«

Kot alternativa popolni zamenjavi lamelne dilatacije je na voljo tudi rešitev kot »sistem novi zabojniki v obstoječe zabojnike«. Sidrni sistem in robna profila obstoječe lamelne dilatacije se obdržijo vgrajeni v objektu, odstranijo pa se vsi gibljivi deli (lamele, krmilni mehanizem). Ohranjene dele zaščititi z novim protikorozijskim premazom in v obstoječe odprtine (gradbena odprtina, odprti krmilni zabojniki-škatle) je mogoče vstaviti novo lamelno dilatacijo z novimi nosilnimi zabojniki, praviloma manjšimi od dotedanjih. Nato je treba namestiti nova robna profila za povezavo z nosilno konstrukcijo.

Postopek dela:

- odstranitev obstoječe lamelne dilatacije,
- odpiranje obstoječih krmilnih zabojnikov,
- odstranitev robnih profilov,
- ločilni razrez za daljšo dilatacijo ali več gradbenih faz,
- odstranitev gibljivih delov dilatacije,
- razširitev utorov za novo umestitev prečnih gred,
- brušenje in priprava robnih profilov, ki ostanejo v konstrukciji,
- protikorozijska zaščita obstoječe konstrukcije,
- dvig nove dilatacije,
- vgradnja nove dilatacije,
- varjenje novih robnih profilov,
- novi krmilni zabojniki v obstoječe zabojnike, prazne prostore zapolniti s polimernim betonom,
- vstaviti oba zunanja tesnilna trakova ob novih robnih profilih,
- privitje sinusnih ploščic za zmanjšanje hrupa, vse sinusne ploščice prečno poravnane.

Celotna izvedba (z gradbenimi fazami) traja približno 6 tednov (3 tedne samo za dilatacijo). Glej še sliko 8.9.

8.2 Železniške dilatacije

Javno objavljenih podatkov o obsegu in zamenjavi železniških dilatacij premostitvenih objektov v Sloveniji ni. Povzemamo izkušnje iz tujine.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**8.2.1 Dilatacije za srednje in velike pomike (pokrivne drsne plošče)**

Pokrivne drsne plošče kot najbolj enostavne železniške dilatacije za premostitvene objekte hitrih prog lahko zaradi dinamičnih vplivov npr. pri tiru z nasuto gredo s tolčencem vplivajo na preoblikovanje gramozne grede nad dilatacijo in prihaja pod sosednjimi pragovi do posedkov, večjih od 1 mm, celo do 8 mm. Deformacije zavarjenega tira posredno vplivajo na varnost železniškega prometa. Zato je treba v takih primerih pristopiti k meritvam-opazovanju, nato pa k zamenjavi tega tipa dilatacij z ustrežnejšim tipom (npr. odprto jekleno dilatacijo z ustreznim sidrnim sistemom in togostjo konzolne konstrukcije- kot npr. v skladu z Ril 804.9030). Sistem zamenjave dilatacij je podoben kot za cestne objekte, vendar tu s popolno zaporo prometa. Tirno gredo – oz. celotni zgornji ustroj s tirnicami in pragovi je potrebno odstraniti vsaj ± 4 m od dilatacije do nivoja voziščne oz. prehodne plošče (slika 8.10).

9 Pregledovanje in ocenjevanje stanja dilatacij**9.1 Splošno**

Preglede dilatacij je treba izvajati v skladu z navodili in razpisnimi pogoji upravljavcev cest (na osnovi določil iz Pravilnika o rednem vzdrževanju javnih cest in Zakona o cestah) in železnic (Pravilnik o zgornjem ustroju) oz. skrbnikov premostitvenih objektov, proizvajalcev dilatacij in/ali izdanih projektov vzdrževanja ali obratovanja, ki jih praviloma pripravi projektant konstrukcije. Preglede razdelimo v tri glavne skupine glede na zahtevnost in obseg pregleda, in sicer na: tekoče preglede, periodične (redne in glavne) preglede in izredne preglede.

Dostop do dilatacij mora biti urejen tako, da bo zagotavljal varno delo pregledovalcev dilatacij in vzdrževalcev. Dilatacije na krajnih opornikih in vmesnih stebrih morajo imeti narejeno ustrezno varovanje proti padcu v globino na področju hodnikov ter z varovanjem pri cestnem ali železniškem prometu po drugem voznem pasu ali drugem tiru. Prav tako morajo biti delovna mesta opremljena tudi s sponami za vpenjanje varnostnih zank pri delu na višini (visoki vmesni stebri z dilatacijami in pregledne komore). Spone morajo biti vgrajene na mestih blizu dilatacije, in sicer tako, da ne ovirajo izvajanja del pri pregledu in vzdrževanju dilatacij.

Vgraditev dilatacij in v celoti izpolnjeni zapisniki vgrajenih dilatacij ter njihova predaja naročniku so pogoji za izvedbo prvega glavnega – ničelnega – pregleda. Zapisniki o vgraditvi dilatacij morajo biti predani naročniku vsaj štiri tedne pred izvedbo ničelnega pregleda.

Pregled dilatacij se izvaja v okviru ničelnega pregleda objekta, periodičnih pregledov ter izrednih pregledov. Pri vseh vrstah pregledov je treba po identifikaciji dilatacije zabeležiti vizualno stanje:

- dilatacije (AKZ, nepredvidene deformacije, pomiki izven dovoljenega področja, relativni pomiki med posameznimi deli dilatacije-rege, prisotnost razpok v jekleni konstrukciji dilatacije, neodstranjeni deli začasnih fiksnih vezi za fazo transporta in vgradnje, odvite matice ali vijaki, poškodbe krovne pločevine, poti pomikov lamelnih in ostalih dilatacij, stanje tesnilnih trakov, itd.),
- podlivne malte in betona (razpoke, krušenje, razpadanje, zamakanje, nepodlita mesta, itd.),
- vplive vozišča in prekladne konstrukcije ob dilatacijah (razpoke, delaminacija ali udarne jame asfalta in priključnega betona ali malte, krušenje, zamakanje, izločanje korozijskih produktov dilatacije na vozišče ob priključku hidroizolacije, niveleta in skloni dilatacije itd.).

Poleg datuma pregleda je treba zabeležiti tudi vremenske pogoje ter temperaturo objekta v senci pod dilatacijo.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Ob pregledu je treba izvesti vse meritve v odvisnosti od vrste dilatacije ter izmeriti velikost pomika rege ali več reg. Obseg meritev je odvisen od vrste pregleda in posebnih zahtev dilatacije. Glej še poglavje 6.

V okviru ničelnega pregleda je treba izvesti vse meritve sklonov (vzdolžni in prečni) in nivelete ter zabeležiti izmerjene pomike.

Pri rednih pregledih je treba izvesti vizualni pregled stanja spodaj, predvsem za dostopne lamelne dilatacije in zabeležiti stanje. Pri glavnih pregledih, pri katerem so vse dilatacije dostopne z uporabo dodatne opreme, je poleg pregleda vizualnega stanja dilatacije treba izvesti tudi vse predpisane meritve za posamezni tip in vrsto dilatacije.

Izredni pregledi dilatacij se izvajajo po izrednih dohodkih, kot so potres, poplava, požar ali nalet snežnega pluga v jekleno dilatacijo.. Prav tako je treba izredni pregled izvesti, kadar pride do posedanja ali zasukov podpor, ki so na meji ali večji od predvidenih s projektom konstrukcije. Izredni pregled dilatacij se izvede tudi v primeru prisotnosti vertikalnih pomikov prekladne konstrukcije, ki so večji od predvidenih računskih pomikov. Izredni pregled se izvede z obsegom glavnega pregleda.

Ničelne meritve oziroma meritve na začetku obratovanja izvede strokovnjak za vgradnjo dilatacij. Tudi meritve v okviru postopka pregledovanja dilatacij tekom življenjske dobe naj izvajajo strokovnjaki za cestne ali železniške dilatacije.

Strokovnjak za dilatacije je gradbeni ali strojni inženir z znanjem o:

- vrsti dilatacij,
- delovanju dilatacij,
- konstrukciji dilatacij in lastnostih njihovih sestavnih delov,
- protikorozijski zaščiti in popravilu poškodovane protikorozijske zaščite,
- vgrajevanju dilatacij,
- posledici napak pri transportu, skladiščenju, vgrajevanju in vzdrževanju dilatacij,
- standardih družine EAD za cestne dilatacij in Ril 804 za železniške dilatacije,
- ETA za posamezne materiale, ki se uporabljajo pri ležiščih dilatacij,
- poškodbah dilatacij pri vgrajevanju in med obratovanjem.

Strokovnjak za dilatacije premostitvenih objektov naj bi imel opravljeno ustrezno izobraževanje s pisnim potrdilom o opravljenem izobraževanju, ki je lahko pridobljeno tudi v tujini pri proizvajalcih, na strokovnem tečaju za vgradnjo dilatacij ali podobno.

Če pregledovalec dilatacij nima ustrezno pridobljenega znanja, mora s svojimi opažanji in rezultati meritev seznaniti strokovnjaka za dilatacije oziroma inženirja z večletnimi izkušnjami, preden izdela dokončni zapisnik o pregledu dilatacije.

S posebnostmi konstrukcije posebnih dilatacij (npr. železniških, za tir na togi podlagi) so izvajalci pregledov dilatacij seznanjeni s strani proizvajalca dilatacij preko navodil za pregledovanje konkretnih posebnih dilatacij. Če se na takih dilatacijah ugotovi nepravilno delovanje ali poškodbe, za katere vzroka ni mogoče ugotoviti ali pa so poškodbe take, da jih je treba takoj odpraviti, je o rezultatih pregleda treba takoj obvestiti proizvajalca posebne dilatacije in ga pozvati na čimprejšnji pregled dilatacij in odpravi napak oziroma nepravilnosti v delovanju dilatacij.

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH**9.2 Meritve širine vmesne rege ali širine celotne dilatacije**

Pri vseh jeklenih dilatacijah je treba v sklopu glavnega pregleda meriti rego ali vmesne rege lamelnih dilatacij (glej sliko 9.1). Izjema so pokrite dilatacije ali polimerne fleksibilne dilatacije, kjer je možno meriti le trenutno širino dilatacije. Meritve se izvajajo na mestih - točkah, ki so lahko označene na dilataciji (običajno na stikih talnih označb cestnih vozniških pasov ali na hodnikih) v odvisnosti od vrste in tipa dilatacije. Kriteriji za ustreznost reg so naslednji:

- širina rege ali širina dilatacije je ustrezna, če je odstopanje v vseh točkah od izmerjene povprečne širine pri trenutni temperaturi dilatacije < 3 mm,
- če je odstopanje širine v območju ≥ 3 mm in < 5 mm, je treba izvajati meritve še enkrat v letu (ne samo v času glavnega pregleda),
- če je odstopanje širine v območju ≥ 5 mm in < 10 mm, je treba dilatacijo v kratkem popraviti oziroma zamenjati.

Za začetno širino rege velja vrednost po zadnji prednastavitvi za fazo vgradnje ali za začetno širino dilatacije ob vgradnji.

Ob izvajanju meritev je treba preveriti tudi:

- prisotnost morebitne nesnage v špranji rege ali na/ob dilataciji,
- položaj tesnilnega traku (trak mora biti enakomerno vpet v robni profil).

Če je prisotno lokalno iztiskanje tesnilnega traku iz robnega profila dilatacije ležišča, je treba to zabeležiti v zapisniku o pregledu. Kadar je tesnilni trak v celoti iztisnjen na zunanji rob profila, se širina rege na teh mestih meri po odprtinah jeklenih delov, npr. med lamelami.

Meritve na označenih mestih so priporočljive tudi zaradi primerjave spreminjanja višine vmesnih jeklenih lamel modularnih dilatacij v daljšem časovnem obdobju. Če se ob pregledu opazi, da se na preostalem mestu višina vidno razlikuje kot na označenih mestih, je treba dodatno na tem mestu izmeriti in zabeležiti v zapisniku pregleda dilatacije.

9.3 Meritve debeline in oprijema protikorozijske zaščite jekla

Debelino in oprijem protikorozijskih premazov izpostavljenih jeklenih površin dilatacije je treba meriti samo v primeru izteka garancijske dobe objekta ali ob izrednih pregledih skladno s SIST EN ISO 2178- Merjenje debeline prevleke - Magnetna metoda (glej sliko 9.2) in SIST EN ISO 16276-2- Zaščita jeklenih konstrukcij proti koroziji z zaščitnimi barvnimi sistemi - Ocenjevanje in merila sprejemljivosti za adhezijo/kohezijo prevleke - 2. del: Preskušanje s prečnim rezom in X-rezom (glej sliko 9.3). Ocenjevanje izvesti po zahtevah za premazne sisteme, izpostavljene s stopnjo C5-M ali C5-I po SIST EN ISO 12944-5. Za pokrite jeklene vroče cinkane dilatacije ali za neizpostavljene dele jekla (v stiku z betonom) dodatne meritve niso potrebne in veljajo le zahteve po osnovni zaščiti (temeljni premaz-min 80 μm - SIST EN ISO 1461).

9.4 Ocenjevanje stanja cestnih dilatacij

Metodologija za ocenjevanje stanja dilatacij na cestnih premostitvenih objektih je bila razvita v sklopu uvedbe sistema za upravljanje s premostitvenimi objekti (BMS - Bridge Management System). Metodologija je izdelana na osnovi večletnih razvojnih faz Zavoda za gradbeništvo Ljubljana in definira postopek določanja indikatorja poškodovanosti, ki je eden od ključnih indikatorjev v sistemu za upravljanje s premostitvenimi objekti. Poročilo o pregledu dilatacij zajema tudi seznam parametrov za opis poškodb. Stanje dilatacij cestnih premostitvenih

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

objektov se ugotavlja z izvedbo rednih in glavnih pregledov premostitvenih objektov. Ugotovljene poškodbe se vnesejo v aplikacijo za spremljanje stanja premostitvenih objektov (npr. SSPO DARS), ki omogoča opis poškodbe z opisnimi parametri in korekcijskimi faktorji. Vsaka poškodba se opiše s 5 korekcijskimi faktorji in z do največ 9 opisnimi parametri. Korekcijski faktorji se uporabijo za izračun številčne ocene stanja oziroma indikatorja (ratinga) poškodovanosti dilatacije (R_{dil}). V zaključni fazi se opiše povzetek stanja dilatacij premostitvenega objekta in predlaga ukrepe za redno ali investicijsko vzdrževanje ali samo spremljanje stanja.

10 Popis del

Popis del velja za izdelavo, dobavo, vgradnjo in vzdrževanje cestnih dilatacij, ki so izdelane v skladu s tehničnimi ocenjevalnimi dokumenti EAD (ETAG 032, vsi deli) oz. po veljavnih tehničnih ocenah ETA in za železniške dilatacije v skladu s to specifikacijo. Dovoljeno je vgraditi samo dilatacije, ki imajo veljavna ustrezna dokazila o kakovosti vgrajenih materialov ter izvajanju notranje in zunanje kontrole. Proizvajalec je odgovoren za zagotavljanje skladnosti z zahtevano kakovostjo. Na zahtevo je treba predložiti tovarniške certifikate ali potrdilo o nadzoru tretje osebe.

Če v razpisni dokumentaciji ni drugače navedeno, potem je v popisu upoštevati tudi:

- za povezavo z jekleno prekladno konstrukcijo upoštevati jeklene sidrne plošče,
- varjenje na objektu pri povezovanju ali popravilu delov dilatacije ali z jekleno konstrukcijo (npr. povezava s sidrno ploščo jeklene prekladne konstrukcije itd.),
- odvisno od izvedbe prekrivne pločevine na področju hodnikov in robnih vencev upoštevati povezavo z dilatacijo ali z betonom hodnika. Začasne pritrditve je treba po montaži sprostiti.
- Odvodnjavanje dilatacije s priključki na meteorne cevi izvesti v vodotesni izvedbi,
- za dobavo in montažo tesnilnega priključka hidroizolacije na dilatacijo vključiti vgradnjo elastičnih povezovalnih delov ali privijanje sponk ali podobno,
- pred betoniranjem gradbene odprtine dilatacije pripraviti vodotesen opaz, posebej za samorazlivni beton.

Cena posamezne postavke vsebuje tudi:

- začasno podpiranje za fazo vgradnje dilatacije ali pri začasni utrditvi dilatacije pri intervencijskem popravilu,
- protikorozijsko zaščito in vsa potrebna popravila protikorozijske zaščite,
- opremo dilatacije v skladu s to smernico (npr. napisne ploščice, zalivna bitumenska ali polimerna masa, stroški dostave in pritrditve opaznih plošč itd.),
- prednastavitev dilatacije,
- dokumentacijo notranje kontrole proizvodnje dilatacije in njenih delov,
- postavitev in pritrditev dilatacije glede na položaj in višino,
- vgradnjo dilatacije vključno z izdelavo zapisnika o vgradnji in izvedeni začetni (ničelni) meritvi s primerjavo z meritvami po sestavi dilatacije v skladu s to smernico, s strani kvalificiranega in ustrezno usposobljenega strokovnjaka za dilatacije,
- morebitno potrebno injektiranje ali podlivanje dilatacije,

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- vezna sredstva za povezavo dilatacije z jekleno konstrukcijo in izvedba povezave z jekleno prekladno konstrukcijo,
- izdelavo in dimenzioniranje dilatacije z vsemi potrebnimi načrti ali pridobitev delavniških načrtov pri proizvajalcu za popravilo dilatacije.

V ponudbeni ceni niso všteti stroški za izdelavo gradbene odprtine za dilatacijo ali rušitvena dela pri popravilu.

Popis del je prikazan v preglednicah 10.1 (cestne dilatacije) in 10.2 (železniške dilatacije) priloge v TSPI PGV.07.422 Dilatacije na premostitvenih objektih - preglednice.

11 Referenčna dokumentacija

- EAD 120093-00-017: »Evropski ocenjevalni dokument, Asfaltne fleksibilne dilatacije cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2019
- EAD 120011-00-0107: »Evropski ocenjevalni dokument, Polimerne fleksibilne dilatacije cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2016
- EAD 0120109-00-0107: »Evropski ocenjevalni dokument, Dilatacije z eno rego cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2019
- EAD 120110-00-0107: »Evropski ocenjevalni dokument, Blazinaste dilatacije cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2019
- EAD 120111-00-0107: »Evropski ocenjevalni dokument, Konzolne (glavnikaste) dilatacije cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2019
- EAD 0120113-00-0107: »Evropski ocenjevalni dokument, Lamelne dilatacije cestnih premostitvenih objektov«, EOTA, 2019
- ETAG 0032 -1: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (1. del: Splošno)«, EOTA, 2013
- ETAG 0032 -2: Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (2. del: Pokrite dilatacije), EOTA, 2013
- ETAG 0032 -3: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (3. del: Fleksibilne dilatacije)«, EOTA, 2013
- ETAG 0032 -4: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (4. del: Dilatacije z eno rego)«, EOTA, 2013
- ETAG 0032 -5: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (5. del: Blazinaste dilatacije), EOTA, 2013
- ETAG 0032 -6: Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (6. del: Konzolne dilatacije)«, EOTA, 2013
- ETAG 0032 -7: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (7. del: Podprte dilatacije)«, EOTA, 2013
- ETAG 0032 -8: »Smernica za evropsko tehnično soglasje, dilatacije cestnih premostitvenih objektov (8. del: Modularne dilatacije)«, EOTA, 2013
- ÖNORM B 4031: »Premostitveni objekti – Dilatacije — Zahteve za proizvode in preskušanje«, 2018
- ÖNORM B 4032: »Dilatacije za premostitvene objekte — Zahteve za načrtovanje, zasnovanje, vgradnjo in vzdrževanje«, 2018
- Avstrijsko raziskovalno društvo, cestno-železniški promet (FSV): »Standardni popisi za dela na prometni infrastrukturi (LB-VI)«, verzija 5, 2018
- Avstrijske železnice (ÖBB infrastruktura): B 45, »Tehnične smernice za železniške premostitvene objekte in sorodne objekte«, 2009

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- Francoska javna ustanova za prometno infrastrukturo in materiale (CEREMA): »Metodološka navodila za voziščne dilatacije cestnih premostitvenih objektov - Projektiranje, izvedba in vzdrževanje«, 2016
- Irska prometna infrastruktura (TII): »Dilatacije za voziščne konstrukcije cestnih premostitvenih objektov«, DN-STR-03006, 2023
- Italijanske železnice (FS) – podjetje za upravljanje infrastrukture (RFI): »Splošne tehnične specifikacije za naročila gradbenih del, 2. del, 12. poglavje, mostovi, viadukti, podvozi in nadvozi – pokrite dilatacije«, RFI DTC SI PS SP IFS 002 E, revizija E, 2020
- Nemško zvezno ministrstvo za digitalnost in promet (BMDV): »Tehnični dobavni pogoji in tehnični predpisi o preizkušanju cestnih dilatacij iz jekla in elastomera za cestne premostitvene objekte (TL/TP FÜ)«, 2022
- Nemške železnice (DB): Smernica Ril 804 – »Projektiranje, gradnja in vzdrževanje železniških masivnih premostitvenih objektov (in drugih gradbenih inženirskih objektov)«, modula o dilatacijah, M 804.5201 in M 804.5202, 2018
- Nemške železnice (DB): Smernica Ril 804.9010 – »Projektiranje jeklenih železniških premostitvenih objektov (in drugih gradbenih inženirskih objektov)«, modul z detajli in skicami reg in dilatacij, S-FGK in S-FÜB, 2000
- Nemške železnice (DB): Smernica Ril 804.9020 – »Projektiranje železniških viaduktov (in drugih gradbenih inženirskih objektov)«, poglavje o dilatiranju zaključkov zgornje konstrukcije in krova, 804.9020K09, 2003
- Nemške železnice (DB): Smernica Ril 804.9030 – »Projektiranje železniških masivnih premostitvenih objektov (in drugih gradbenih inženirskih objektov)«, detajli in skice o dilatacijah in regah, M-ÜF, 2000
- Nizozemsko javno podjetje ministrstva za infrastrukturo in vodno gospodarstvo (Rijkswaterstaat): »Zahteve za cestne dilatacije«, RTD 1007-2, verzija 1, 2013
- Švicarski zvezni urad za ceste (ASTRA): »Smernice za konstrukcijske detajle premostitvenih objektov«, poglavje 2 - Cestne dilatacije, verzija 1.10, 2011

12 Literatura

- Avstrija: Avstrijska agencija za spodbujanje raziskav, »Razvoj trajnih cestnih dilatacij«, EVAF, poročilo o rezultatih AP1 – AP4, 2015
- Belgija: Mobilnost in infrastruktura Valonije, »Smernica za načrtovanje, cestne dilatacije«, verzija 2022
- Bosna in Hercegovina: (članek, Kenan Fočo, IPSA inštitut) – »Medsebojni vpliv neprekinjene varjene tirnice in premostitvenega objekta zaradi temperaturnih sprememb«, 1. BiH kongres o železnicah, 2011
- Češka: Ministrstvo za promet – »Tehnični pogoji za cestne dilatacije premostitvenih objektov«, TP 86, 2009
- Češka: Usposabljanje za vodje in tehnike preglednikov premostitvenih objektov (študijski viri – seminar ON LINE, članek, Jan Hromádko, direkcija RSD) – »Stanje premostitvenih objektov v upravljanju Direkcije za ceste in avtoceste (RSD) Češke - primeri pogostih pomanjkljivosti in napak, ki jih je treba zajeti pri običajnih pregledih cestnih premostitvenih objektov«, 2021
- Danska: Direkcija za ceste – »Načrtovanje premostitvenih objektov - Priročnik s projektnimi osnovami«, 2017

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

- Danska: Direkcija za ceste – »Katalog protihrupnih ukrepov – Dilatacije«, 20/00457-15, 2020
- Finska: Finska agencija za prometno infrastrukturo – »Dodatna navodila za projektiranje cestnih premostitvenih objektov«, 25/2017, 2017
- Finska: Finska agencija za prometno infrastrukturo – »Navodila za popravilo cestnih dilatacij«, 1.701, 2020
- Grčija: ELOT, grška organizacija za standardizacijo– »Grške tehnične specifikacije za cestne dilatacije premostitvenih objektov«, EΛOT TP 1501-05-01-06-00:2021, 2021
- Italija: ANAS, koncesionar italijanskih avtocest – »Tehnični zvezki za zaščito prometne infrastrukture, Posegi na cestnih dilatacijah za ponovno vzpostavitev varnostnih pogojev vožnje«, knjiga 2, 8. zvezek, 2010
- Madžarska: (članek, Hajós Bence, združenje Első Lánchíd) – »Ali je na naših cestnih premostitvenih objektih dovoljeno vgrajevati blazinaste gumene dilatacije?«, ÚTÜGYI LAPOK - Inženirska in znanstvena revija s področja prometne gradnje, 2020, letnik 8, številka 14
- Nemčija: (članek, Christian Braun, podjetje Maurer) – »Dilatacije za železniške premostitvene objekte«, <https://www.researchgate.net/publication/321361202>, 2017
- Nemčija: (članek, Hartmut Freystein, univerza TU Berlin) – »Smeri razvoja gradnje železniških premostitvenih objektov«, BVPI - Der Prüflingenieur, revija zveznega združenja inženirjev za preizkušanje konstrukcij, številka 38, 2011
- Nemčija: Nemški urad za patente in blagovne znamke, DE 10 2013 205 573 A1 2014.10.02 (Maurer), (op.: drsna lamelna) »Dilatacija za železniški premostitveni objekt«, 2014
- Nemčija: Nemški urad za patente in blagovne znamke, DE 198 61 397 B4 2012.03.01 (STOG), »Izravnalna dilatacija« (op.: za železniški premostitveni objekt), 2012
- Poljska: Generalna direkcija za državne ceste in avtoceste – »Priporočila za izbiro cestnih dilatacij za premostitvene objekte ter njihovo vgradnjo in sprejem«, priloga k ukazu št. 4 generalnega direktorja za državne ceste in avtoceste, 24. 1. 2007
- Portugalska: (članek, Jorge de Brito s sodelavcem, Univerza v Lizboni) – »Dilatacije v cestnih premostitvenih objektih - model upravljanja«, <https://www.researchgate.net/publication/281242080>, 2007
- Srbija: »Smernice za projektiranje, gradnjo, vzdrževanje in nadzor cest, projektiranje premostitvenih objektov«, zvezek 9.12.6 Dilatacije, Putevi Srbije, 2012
- Španija: Generalna direkcija za avtoceste: »Vodnik za izvajanje glavnih pregledov premostitvenih objektov na državnem avtocestnem omrežju, poglavje dilatacije«, 2012
- Velika Britanija: (članek, David Robert Michael Milne s sodelavci, Univerza v Southhamptonu) – »Vpliv premostitvenega objekta in gramozne grede zgornjega ustroja in tira za visoke hitrosti na železniško dilatacijo viadukta«, <https://www.researchgate.net/publication/303975635>, 2015

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

13 PRILOGA 1: Fotodokumentacija poškodb



Slika 13.1: Primer posledic neustrezne (preširoke rege) prednastavitve lamelne dilatacije – krmilni mehanizem odpoveduje, netesnost stika elastomernega traku (izvlek iz utora)



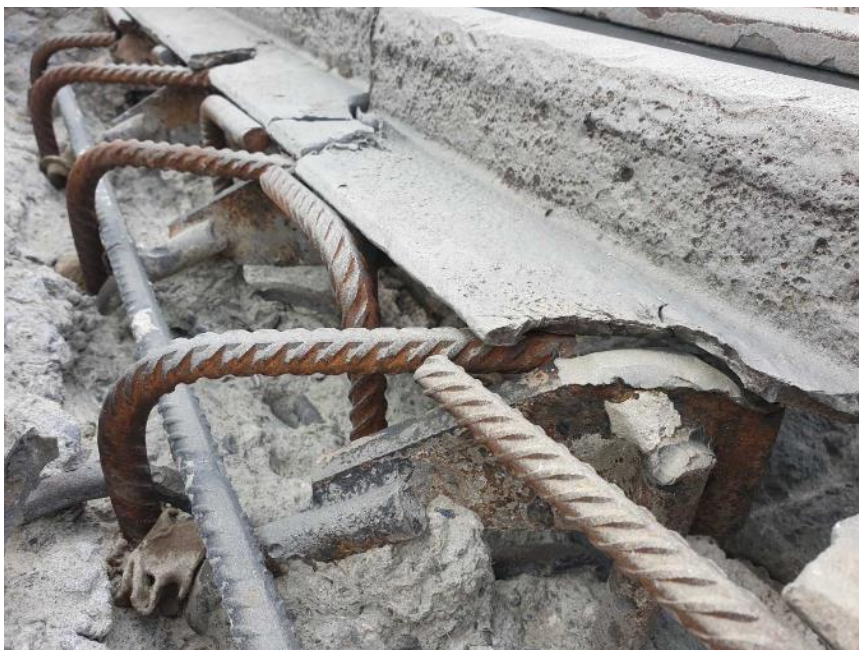
Slika 13.2: Primer neustrezne zasnove sheme spodnjih ležišč objekta - stikovanje glavnikov dilatacije zaradi polarnih vektorjev pomikov

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 13.3: Primer neustrezne zasnove krmilnega sistema gredne lamelne dilatacije – neenakomerne širine reg vmesnih lamel



Slika 13.4: Primer neustrezne zasnove krmilnega sistema gredne lamelne dilatacije – nedopustni zasuki ležišč

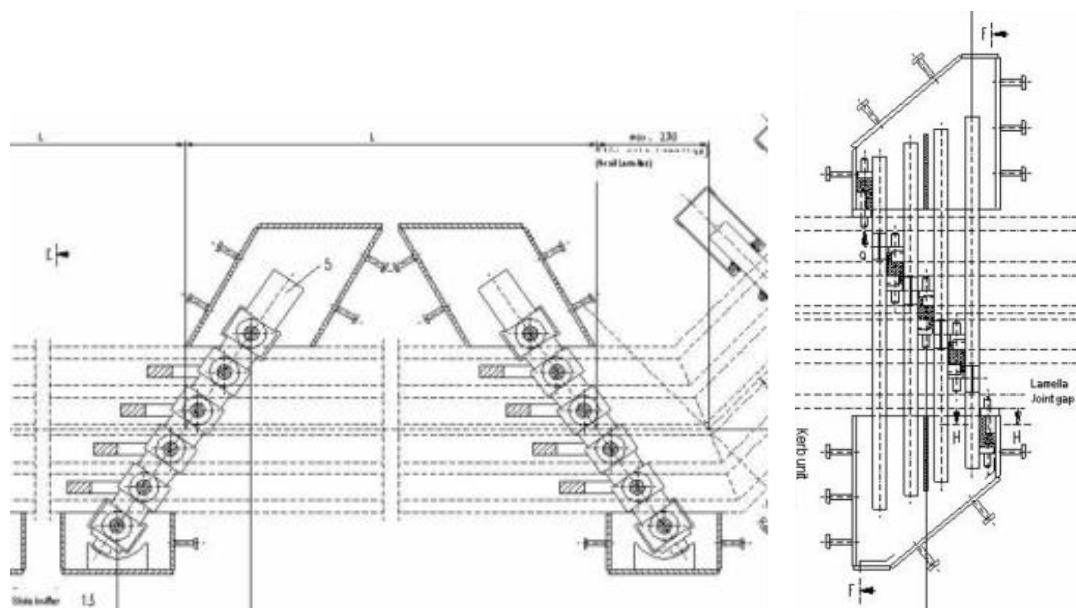
DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 13.5: Primer posledic neustreznega (prešibkega) sidrnega in robnega sistema dilatacije – lom robnega profila s pasnico in povezave s sidrno ploščico



Slika 13.6: Primer poškodbe zaradi neustrezne vgradnje sidrnega sistema dilatacije – lom spodnjega robnega profila betona in povezave z blazinasto ploščo, kljub dodatnim sidrom ob obstoječih

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.7: Primer škatel krmilnega sistema (škarjastega levo in grednega desno) lamelne dilatacije – tveganje za porozna mesta betona pod škatlami



Slika 13.8: Primer škatle krmilnega sistema (grednega) lamelne dilatacije – porozna mesta betona pod škatlo

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.9: Primer nepodlitih mest pod robnim profilom (jeklina pasnica brez odprtih za odzračenje)



Slika 13.10: Primer prodora betona v škatlo zaradi popuščanja opaža – z betonom obrito streme z drsnimi ležišči ne more delovati

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.11: Rezilo snežnega pluga spuščeno do ravnine dilatacije – pluzenje na »črno«

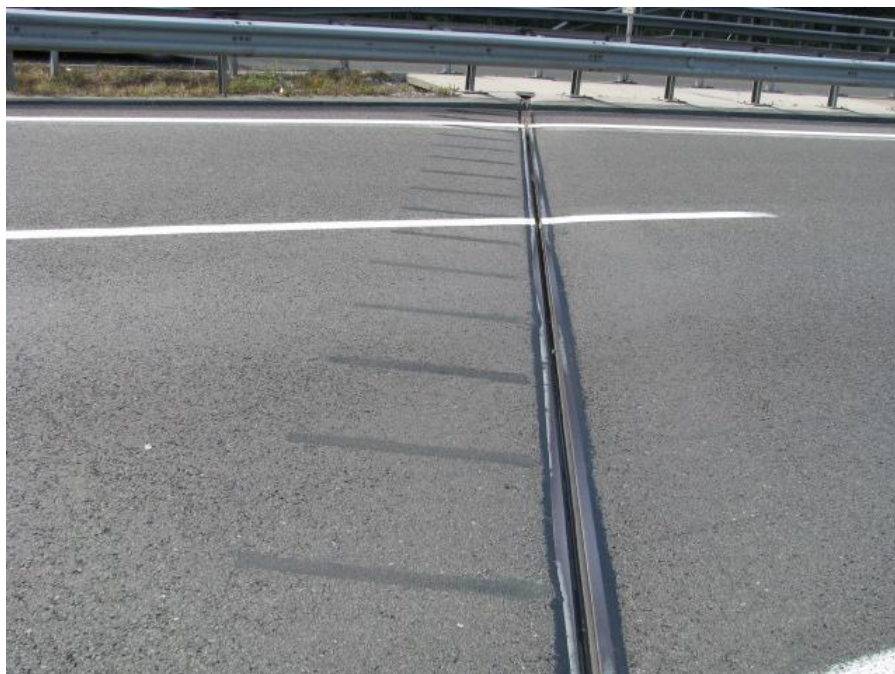


Slika 13.12: Posledice rezila snežnega pluga spuščenega do ravnine dilatacije – pluzenje na »črno« - začetne poškodbe na blazinasti dilataciji

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.13: Končne posledice rezila snežnega pluga, spuščenega do ravnine dilatacije – pluzenje na »črno« - razgradnja blazinaste dilatacije med dilatiranjem

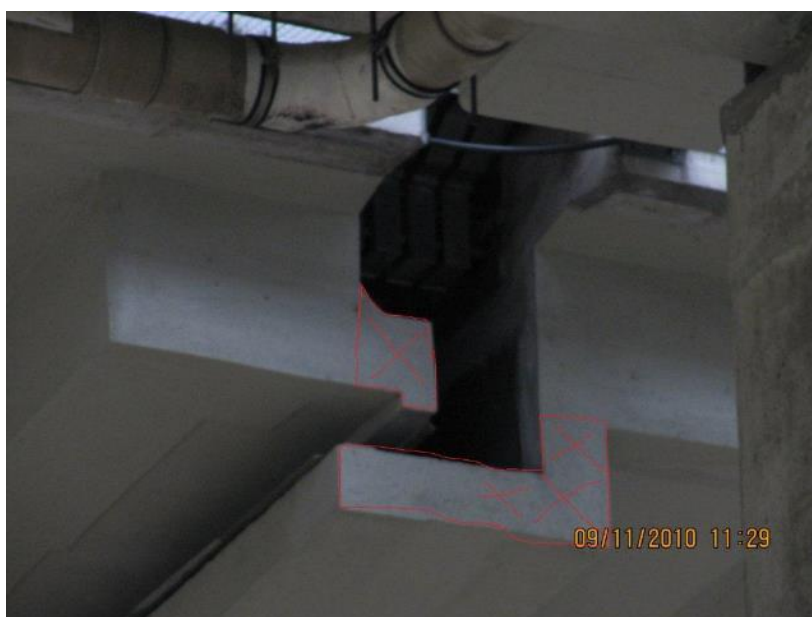


Slika 13.14: Z vgradnjo prečnih polimernih lamel v vozišče pred poševno dilatacijo –»ribja kost« zmanjšamo možnost, da rezilo snežnega pluga ne sovпада z rego jeklene dilatacije

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

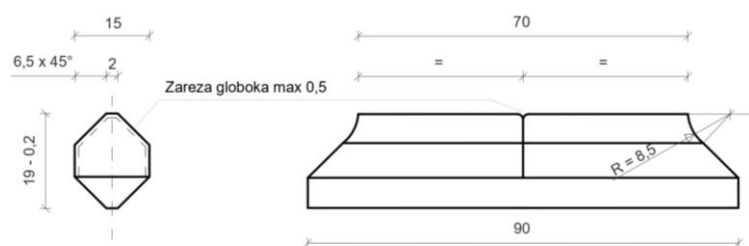


Slika 13.15: Zaradi resonance lamelne dilatacije, tudi zaradi premajhne togosti prekladne betonske konstrukcije je drsni in krmilni sistem dilatacije odpovedal (na sliki lom jeklenih podstavkov za drsna ležišča)



Slika 13.16: Z odstranitvijo betonskih konzol pod vmesno lamelno dilatacijo je postala podporna konstrukcija manj toga in podvržena vibracijam, dilatacija pa resonanci

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.17: Na utrujanje nezadostno zasnovani zvari vitalnih jeklenih delov npr. zvarov med lamelami in prečkami. Znan primer so lamelne gredne jeklene dilatacije proizvajalca Maurer tipa DT proizvodnje od 1981 do 2003



Slika 13.18: Poškodbe polimernih fleksibilnih dilatacij zaradi nezdržljivosti stikov z asfaltnim voziščem

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.19: Poškodbe polimernih fleksibilnih dilatacij zaradi dotoka pronicujoče vode iz gorvodnega asfaltnega vozišča



Slika 13.20: Poškodbe asfaltnih dilatacij zaradi pomanjkljive utrditve premostitvene pločevine (»T« jeklen profil v regi objekta-slika desno)

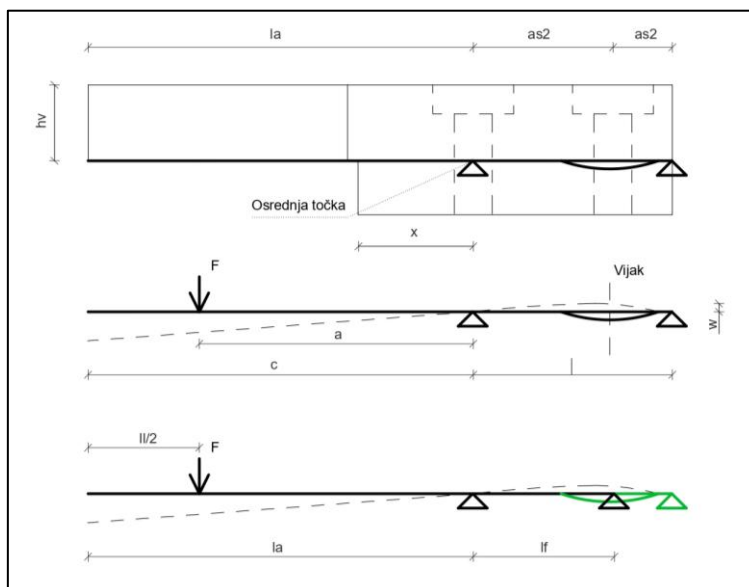
DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.21: Popuščanje prednapetih vijakov blazinaste dilatacije zaradi neravne podlage



Slika 13.22: Toleranca (D) v naležni ravnini med sestavnimi deli po SIST EN 1090-2



Slika 13.23: Statični sistem pri konzolni glavnikasti dilataciji (dvorednost vpetja) in deformacija dilatacije pod prometno obtežbo - neravnina ob vpetju (vijaku) je lahko vzrok za odpoved sidrnega sistema

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 13.24: Poškodbe protikorozijske zaščite jeklenega robnega profila železniške blazinaste dilatacije zaradi nepravilnega skladiščenja



Slika 13.25: Poškodbe protikorozijske zaščite jeklene dilatacije zaradi kondenza pri neodstranjenem začasnem opažu in zaščite betoniranja (EPS plošče)

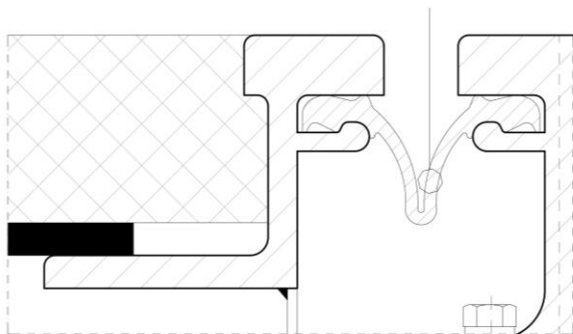
DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 13.26: Zastajanje vode v regah lamelne dilatacije - dopolnilno izvedeno površinsko dreniranje meteorne vode s cestišča z rebričenjem, zaradi premajhnega prečnega sklona in ker cevke za pronicujočo vodo mogoče ne delujejo zaradi zasiganosti



Slika 13.27: Preboj tesnilnih trakov v regah lamelne dilatacije – vodonetesnost

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13. 28: Primer neustreznega vpetja elastomernega traku v čeljusti robnega in vmesnega profila (točkovno tesnjenje namesto linijskega tesnjenja po obodu utora), tehnična vodotesnost ni zagotovljena



Slika 13.29: Stik blazinastega segmenta dilatacije – pogojna vodotesnost

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.30: Iztaknjen tesnilni trak iz rege lamelne dilatacije



Slika 13.31: Resne poškodbe drsnega sistema lamelne dilatacije zaradi vodonetnosti tesnilnih trakov

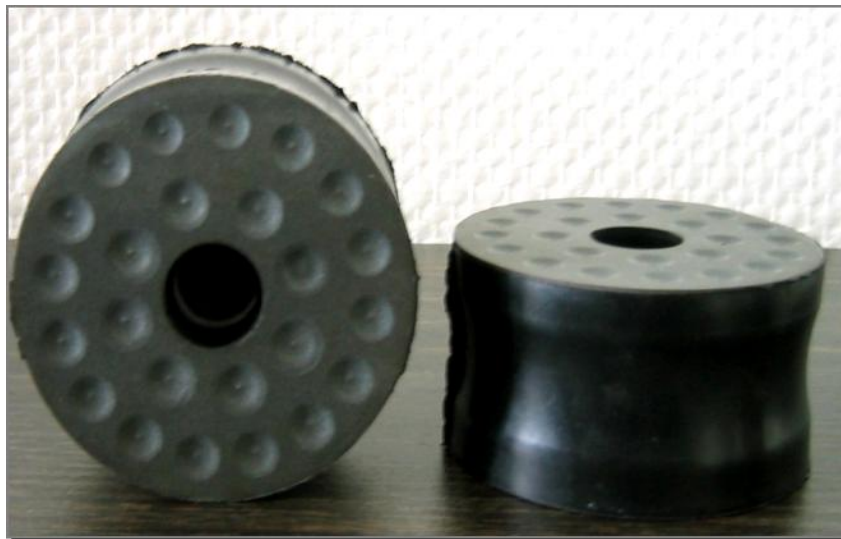
DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH



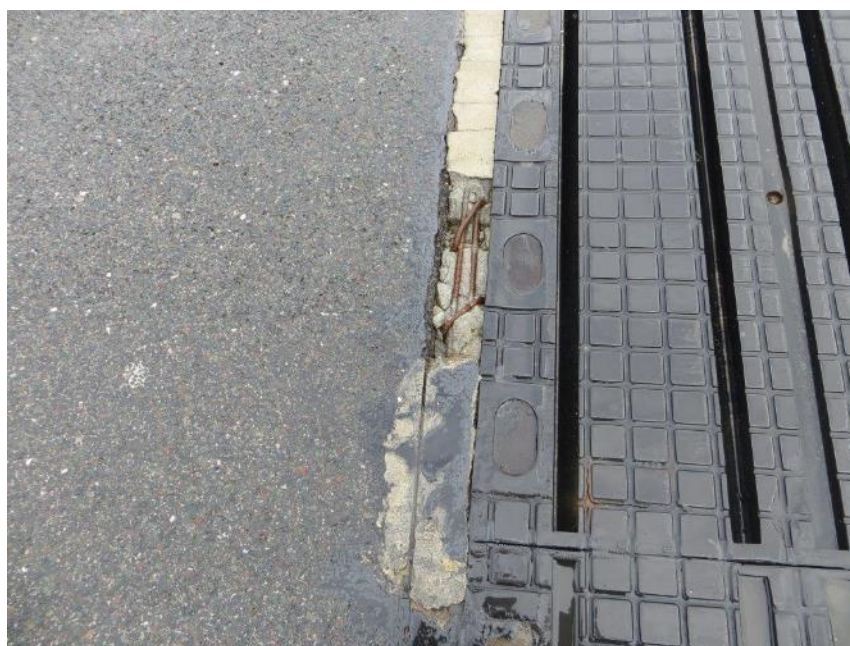
Slika 13.32: Resne poškodbe betona spodnje konstrukcije zaradi vodonetnosti tesnilnih trakov ali odpovedi priključka hidroizolacije vozišča k dilataciji



Slika 13.33: Obrus drsnega materiala (PTFE) lamelne dilatacije po 9 mesecih uporabe zaradi povečanega prometa (5000 težkih tovornjakov dnevno), resonance dilatacije, posledično vibracij-pomikov drsnih ležišč

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Slika 13.34: Obrusa zaradi povečanega prometa, resonance dilatacije, posledično vibracij – pomikov drsnih ležišč dolgoročno ne odpravi niti uporaba posebnega drsnega materiala (UHMW-PE) z žepki silikona za zmanjšanje trenja



Slika 13.35: Izpadanje zalivne in armirane polimerne malte vzdolž stika dilatacije z asfaltnim voziščem (blazinaste dilatacije)

DILATACIJE NA PREMOSITVENIH OBJEKTIH



Slika 13.36: Poškodba -zasuk zaščitne pločevine na dilataciji ob dilatacij z betonsko varnostno ograjo zaradi neustrezne izvedbe in ročnem mehanskem čiščenju snega



Slika 13.37: Korozija vijakov krovne pločevine ob dilataciji z betonsko varnostno ograjo

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

14 PRILOGA 2: Tehnične zahteve nemških železnic (DB) za dilatacije premostitvenih objektov (npr. za pomike v smeri »x« do +/- 65 mm)-modul Ril 804.5201 (določeni izvlečki verzije Ril 804 iz 2020)

Konstruktivske zahteve

4) Zahteve za konstrukcijo dilatacije, zlasti potrebne zmožnosti pomikov - vzdolžno, prečno, navpično - določajo njihov izbor (glej M 804.1101, M 804.9010, M 804.9020 in **M 804.9030**).

Zahteve pri načrtovanju dilatacij za tir na togi podlagi

8) Če se za nadgradnjo uporablja tir na togi podlagi, je treba izbrati take dilatacije, da razmiki med podpornimi točkami tirnice (vpetost v podlagi) ne presežejo 650 mm in ne presežejo dovoljene sile podporne točke tirnice. Za ta namen je potrebno izvesti statične dokaze in predložiti skice. Dilatacije morajo biti dostopne, ne smejo biti pokrite.

Zahteve za osnovne materiale dilatacij

1) **Sestavni deli iz elastomernih spojin** : Za konstrukcije zaprtih dilatacij je treba uporabiti mešanico elastomerov iz kloropren gume (CR z najmanj 45% vsebnostjo polimerov) ali enakovrednih elastomerov ali mešanic. Na stisnjem ali ekstrudiranem končnem izdelku je treba preveriti določene fizikalne parametre.

2) **Odpornost na staranje** : Odpornost na staranje zaprtih dilatacij iz mešanic, ki niso polimer CR, mora proizvajalec preveriti ločeno. Odpornost proti staranju lahko preverimo tudi z dokazom utrujenosti, opisanim v odstavku 3. Načeloma so mešanice CR z visoko vsebnostjo polimerov bolj odporne na staranje kot mešanice iz ostalih elastomerov. To je rezultat dolgoletnih izkušenj in je s fizikalnimi parametri zadostno utemeljeno.

3) **Dokaz na utrujanje**: Za preostale materiale in za CR polimer z najmanj 45% vsebnosti polimerov je treba zagotoviti naslednjo preverjanje utrujenosti v 2,5 milijon obremenitvenih ciklov v dveh stopnjah obremenitve:

Stopnja obremenitve 1: $n = 1,5 \times 10^6$ ciklov

Stopnja obremenitve 2: $n = 1,0 \times 10^6$ ciklov

Preskusni vzorci so pri nivoju obremenitve obremenjeni za $\pm 15\%$ nazivnega raztezka profila. Pri stopnji obremenitve 2 se ta vrednost poveča za nadaljnjih 15%. Obremenitev je treba izvesti z originalnimi vpenjalnimi deli ali pritrdilnimi nosilci. Velikost vzorca mora biti najmanj 1,5-krat večja od konstrukcijske širine. Frekvenca preskusa mora biti 3 Hz. Preskusna temperatura ne sme presegati sobne temperature. Togost (značilnost vzmeti) se zaradi preskusa ne sme spremeniti za več kot 20% začetne vrednosti.

4) **Lastnosti materiala**: Uporabljeni izdelki morajo izpolnjevati minimalne zahteve iz preglednice 1:

Preglednica 1: Minimalne fizikalne zahteve za mešanice elastomerov za zaprte dilatacije

Lastnosti	Ciljna vrednost	Standard	Enota
Trdota	55 ± 5	DIN 53505 / ISO 48	Shore A
Odpornost na trganje	$\geq 11,5$	DIN 53504 / ISO 37	MPa ali N/mm ²
Raztezek pri pretrgu	≥ 370	DIN 53504 / ISO 37	%
Odpornost proti širjenju trganja	≥ 6	DIN 53507 / ISO 34-1	N/mm

DILATACIJE NA PREMOSTITVENIH OBJEKTIH

Odpornost proti širjenju trganja	≥ 12	DIN 53515 / --	N/mm
Abrazija		DIN 53516 / --	mm ²
Trajna deformacija pri pritisku (70 ° C)	≤ 130	DIN 53517-1 /ISO 815	%
Odpornost na ozon (200 pphm / 96 h / 40 ° C pri raztezu 20%)	≤ 20	DIN 53509 / ISO 1431-1	brez razpok
Temperaturna odpornost	0		°C
	-30 do +100		

5) **Jekleni deli:** Za jeklene dele, varilni material in mehanske pritrdilne elemente velja (op.: železniški predpis DB) M 804.4101, oddelek 3. Posebno dovoljenje velja za nerjaveča jekla. Rezani robovi in izvrtane luknje uporabljenih jeklenih delov ne smejo imeti neravnin.

6) **Protikorozijska zaščita:** Za sestavne dele, ki jih je treba zaščititi pred korozijo, se smejo uporabljati samo premazni materiali po smernicah za jeklene konstrukcije TL / TP-KOR. Sistemi za zaščito pred korozijo morajo biti izbrani v skladu s predpisom M 804.6202 in ob upoštevanju risbe M-ÜF 1920 (M 804.9030) ter določeni v načrtu protikorozijske zaščite.

Dokazilo o skladnosti in potrdila o skladnosti

1) **Jeklo:** Vsi kovinski deli in pritrdilni elementi, kot so pločevina, vijaki, potrošni material itd., morajo biti v skladu s tehničnimi predpisi ali odobritvami DIBt in označeni s predpisano oznako skladnosti (oznaka Ü). Za pločevine in profile iz S235, ki imajo običajno samo funkcijo pridrzanja ali prekrivanja, zadošča potrdilo o delu 2.2 v skladu z EN 10204. Potrdilo o pregledu 3.1 v skladu z EN 10204 je potrebno za dele iz nerjavečega jekla. Ta potrdila o skladnosti mora hraniti proizvajalec dilatacij in jih na zahtevo dati v pregled.

2) **Elastomerni deli:** Za preskuse v skladu z oddelkom 4 mora biti pri proizvajalcu dilatacij na voljo potrdilo o sprejemnem preskusu 3.1 v skladu z EN 10204.

3) **Označitev dilatacijskih trakov:** Dilatacijski trakovi morajo biti na vrhu trajno označeni s številkami trakov. Ustrezna dokumentacija mora zagotoviti, da se lahko serije in končni izdelki, ustrezni preskusi in tovarniška potrdila medsebojno v celoti skladajo.

4) **Izjava o skladnosti proizvajalca za končni izdelek:** Pred dostavo dilatacij na mesto vgradnje mora proizvajalec predložiti pisno izjavo o skladnosti (izjava o skladnosti v obliki izjave proizvajalca), v kateri poleg prijave in skladnosti z najpomembnejšimi tehničnimi pravili (npr. Ril 804), potrjuje skladnost z osnovnimi risbami in izvedbenimi dokumenti.